



HANDBUCH
DER
ENTOMOLOGIE

BEARBEITET VON

REG.-RAT DR. C. BÖRNER (NAUMBURG a. d. S.), PROF. DR. P. DEEGENER (BERLIN), PROF. DR. A. HANDLIRSCH (WIEN), PROF. DR. O. HEINECK (ALZEY), DR. K. HOLDHAUS (WIEN), DR. G. JUST (BERLIN-DAHLEM), DR. MARTINI (HAMBURG), DR. O. PROCHNOW (BERLIN-GR. LICHTERFELDE), PROF. DR. L. REH (HAMBURG), PROF. DR. EW. H. RÜBSAAMEN † (BERLIN), PROF. DR. CHR. SCHRÖDER (BERLIN-LICHTERFELDE), REG.-RAT DR. FR. ZACHER

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. DR. CHRISTOPH SCHRÖDER
BERLIN - LICHTERFELDE - OST

Achte Lieferung

enthaltend: Band III, Bogen 24—29. Mit 93 Abbild. im Text

Inhalt:



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1922

Unterfamilie: Siphlurinae m.

Siphlurines Selys 1888, Leptophlebini et Siphlurini Banks 1900 pp., Siphluridae Jac. u. Bianchi 1905, Heptagenioidea pp., Ulmer 1920.

Schalt- und Queradern gut entwickelt; Subcosta deutlich; 2. und 3. Analader in den Hinterrand; Hinterflügel ziemlich groß mit vielen Adern; Medialis regelrecht gegabelt; *Cu* und A_1 an der Basis parallel; Terminalfilum reduziert; Hintertarsen 5gliedrig; Gonopoden 3–4gliedrig, das Basalglied kürzer; Larven mit freien blatt- und büschelförmigen Kiemen und langen Beinen (Fig. 317, 318).

Tribus: Siphlurini m.

Siphlurinae Jac. u. Bianchi 1905, Siphluridae Klap. 1909, Siphlonuridae Ulm. 1920.

Die Gattungen: *Ameletus* Etn., *Chirotonetes* Etn., *Siphlurus* Etn. u. a.

Tribus: Ametropodini m.

Ecdyurinae Jac. u. Bianchi 1905 pp., Ametropidae Bengtsson 1913, Ametropodidae Ulm. 1920.

Die Gattungen: *Ametropus* Alb. und *Metretopus* Etn.

Tribus: Ecdyurini m.

Ecdyurinae Jac. u. Bianchi 1905 pp., Ecdyuridae Klap. 1909, Heptageniidae Bengtss. 1913, Ecdyonuridae Ulm. 1920.

Die Gattungen: *Heptagenia* Walsh, *Epeorus* Etn., *Rhithrogenia* Etn., *Ecdyurus* Etn. u. a.

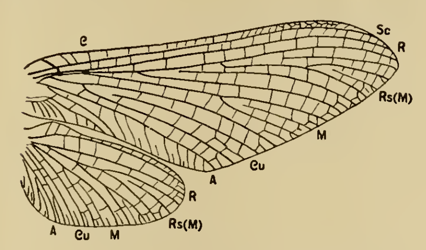


Fig. 317.
Flügel von *Siphlurus typicus* Eaton. (Ephemerida). × 6. (Schemat. nach Eaton.)
Bezeichnung wie Fig. 314.

Fig. 318.
Larve von *Heptagenia coerulans* Rost. (Ephemerida). × 3. (Schemat. nach Eaton.)

Unterfamilie: Baetiscinae m.

Baetiscini Banks 1900, Heptagenioidea pp., Baetiscidae Ulm. 1920.

Schalt- und Queradern gut entwickelt; Subcosta deutlich; alle 3 Analadern lang und fast parallel, in den Spitzenrand mündend; Hinterflügel groß, rund, mit vielen Adern; *M* regelrecht gegabelt; *Cu* und A_1 an der Basis parallel; Terminalfilum reduziert; Hintertarsen 5gliedrig; Gonopoden mit 2 langen und 1 kurzem Glied; Augen ♂ einfach; Larven eigenartig, mit Schild, der einen Teil des Abdomens mit den Kiemen verdeckt. Bisher monotypisch. *Baetisca* Walsh aus Nordamerika (Fig. 319).

Unterfamilie: Prosopistomatinae m.

Baëtoidea pp., Prosopistomatidae Ulm. 1920.

Durch die eigenartig spezialisierte, schildtragende Larve auffallend. Imago noch unbekannt. Die Subimago zeigt Hinterflügel mit vielen

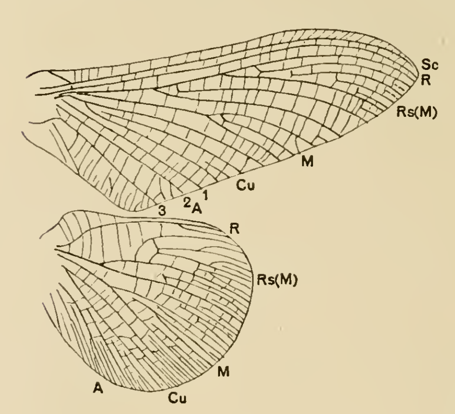


Fig. 319.
Flügel von *Baetisca obesa* Say. (Ephemerida). × 8. (Nach Eaton.)

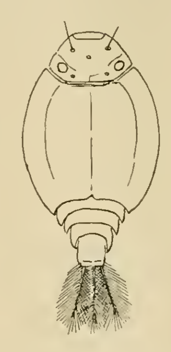


Fig. 320.
Larve von *Prosopistoma foliaceum* Fourcr. (Ephemerida). × 10. (Schemat. nach Vayssière.)

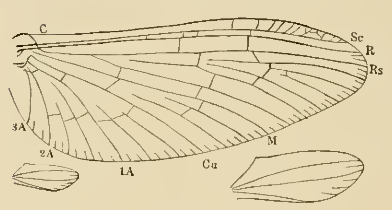


Fig. 321.
Flügel von *Baëtis tenax* Eat. (Ephemerida). × 8. (Nach Eaton aus Brauer.)

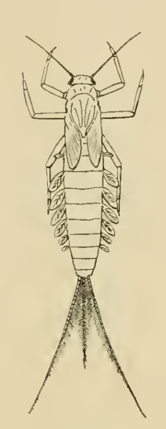


Fig. 323.
Larve von *Baëtis rhodani* Pict. (Ephemerida). × 4. (Schemat. nach Eaton.)

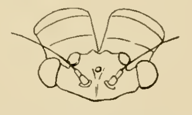


Fig. 322.
Kopf von *Centroptilum luteolum* Müll. ♂ (Ephemerida). Frontalansicht, stark vergr. (Schemat. nach Eaton.)

Adern und Vorderflügel mit zahlreichen fächerartig divergenten Adern (Fig. 320).

Die Gattung: *Prosopistoma* Latr.

Unterfamilie: Baëtidinae Jac. und Bianchi.

Baëtida Leach 1815 pp., Potamanthines Selys 1888 pp., Baetini Banks 1900, Leptophlebiidae pp., Baëtidinae Jac. u. Bianchi 1905, Baëtidae Klap. 1909, Baëtoidea pp. Baëtidae Ulm. 1920.

Schalt- und Queradern gut entwickelt; Subcosta deutlich; 2. und 3. Analader in den Hinterrand mündend; Hinterflügel klein und schmal, mit wenig Adern oder fehlend; Hinterast der Med. als Schaltader entwickelt; *Cu* und A_1 an der Basis parallel, nicht verbunden; Terminalfilum reduziert; Hintertarsen 4gliedrig; Gonopoden mit deutlichem Basalglied; Augen ♂ geteilt; Larven mit freien blattartigen Kiemen und schlanken Beinen (Fig. 321, 322, 323).

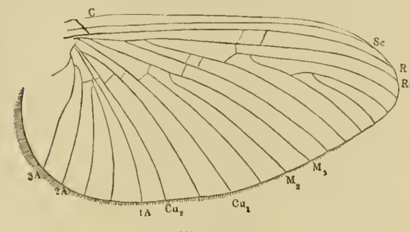


Fig. 324.
Flügel von *Caenis dimidiada* St. (Ephemerida). × 14. (Nach Eaton aus Brauer.)

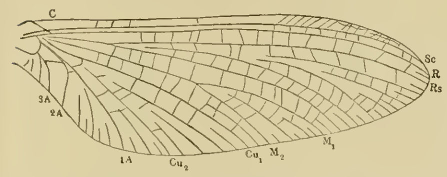


Fig. 326.
Flügel von *Ephemerella ignita* Poda (Ephemerida). × 7. (Nach Eaton aus Brauer.)

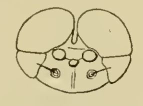


Fig. 327.
Kopf von *Ephemerella ignita* Poda (Ephemerida). Frontalansicht, stark vergr. (Schematisch nach Eaton.)

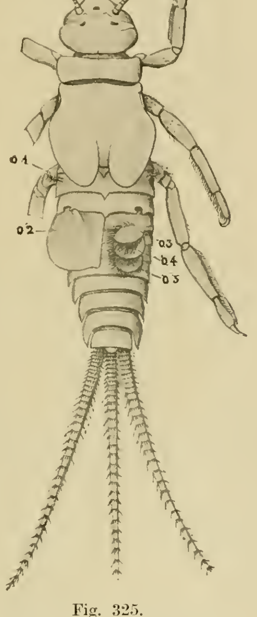


Fig. 325.
Larve von *Tricorythus sp.* (Ephemerida). × 6. (Nach Vayssière.)
o 1—5 Kiemenextremitäten.

Die Gattungen: *Centroptilum* Etn., *Cloëon* Leach, *Callibaëtis* Etn., *Baëtis* Leach u. a.

Unterfamilie: Caenidinae Jac. und Bianchi.

Potamantines Selys 1888 pp., Caenini Banks 1900, Leptophlebiidae pp., Caenidinae Jac. et Bianchi 1905, Caenidae Klap. 1909, Baëtoidea pp., Caenidae Ulm. 1920.

Flügel am Saume bewimpert; mit Schalt- und meist wenigen Queradern; Subcosta deutlich; 2. und 3. Analader in den Hinterrand mündend; Hinterflügel fehlen; Medialis gegabelt; *Cu* und A_1 an der Basis fast parallel, nicht ganz verbunden; Terminalfilum vorhanden; Hintertarsen 4gliedrig; Gonopoden kurz, ungegliedert; Larven mit unter einem Deckel verborgenen Kiemen.

Die Gattungen: *Caenis* Steph., *Tricorythus* Etn. und einige andere.

Unterfamilie: Leptophlebiinae Jac. und Bianchi.

Potamanthines Selys 1888 pp., Leptophlebini et Siphlurini Banks 1900 pp., Leptophlebiidae pp., Leptophlebiinae Jac. u. Bianchi 1905, Baëtoidea pp. Ulm. 1920.

Flügel am Saume nicht bewimpert; mit Schalt- und Queradern; Subcosta deutlich; 2. und 3. Analader in den Hinterrand mündend; Hinterflügel klein; *Cu* und A_1 an der Basis parallel, meist nicht verbunden; Medialis gegabelt; Terminalfilum vorhanden oder reduziert; Gonopoden ohne oder mit sehr kurzem Basalglied. Hintertarsen mit 4 oder weniger Gliedern; Augen ♂ geteilt; Larven mit freien blatt- oder büschelförmigen Kiemen und mäßig langen Beinen (Fig. 326, 327).

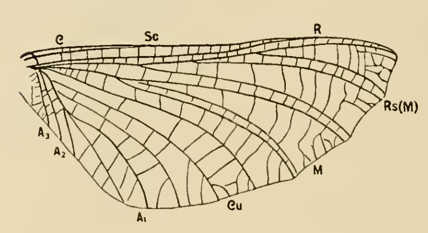


Fig. 328.
Flügel von (*Palingenia*) *Anagenia ampla* Eat. (Ephemerida.) × 4. (Nach Eaton.)



Fig. 329.
Kopf von *Ephemera glaucops* Pict. ♂. (Ephemerida). Frontalansicht, vergr. (Schematisch nach Eaton.)

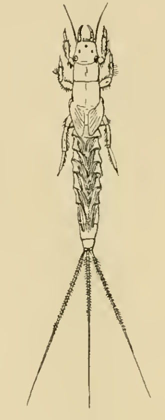


Fig. 330.
Larve von *Polymitarcis virgo* Oliv. (Ephemerida). × 2,5. (Schematisch nach Eaton.)

Tribus: Ephemerellini m.

Siphlurini Banks 1900 pp., Ephemerellidae Klap. 1909, Ulm. 1920.

Die Gattung: *Ephemerella* Walsh und einige andere.

Tribus: Leptophlebiini m.

Leptophlebini Banks 1900 pp., Leptophlebiidea Klap. 1909, Ulm. 1920.

Die Gattungen: *Leptophlebia* Westw., *Atalophlebia* Etn., *Thraulus* Etn., *Habrophlebia* Etn. u. a.

Unterfamilie: Ephemerinae (Jac. und Bianchi) m.

Palingenines, Ephemerines et Potamanthines pp. Selys, Palingeniines Alb. 1889, Ephemeridae et Leptophlebiidae pp. Jac. u. Bianchi 1905, Ephemerini et Polymitarcini Banks 1900, Ephemeroidea Ulm. 1920.

Flügel am Saume nicht bewimpert; mit Schalt- und Queradern; Subcosta vorhanden, aber manchmal undeutlich; 2. und 3. Analader in den Hinterrand mündend; Hinterflügel relativ groß; *Cu* und A_1 fast immer an der Basis verbunden und dann gleich stark divergent, Medialis gegabelt; Terminalfilum vorhanden oder reduziert; Hintertarsen 4gliedrig; Augen ♂ einfach oder geteilt; Gonopoden mit 1 oder 2 großen und 1 oder 2 kleinen Endgliedern; Larven mit 2ästigen freien Kiemen und kurzen Vorderbeinen (Fig. 314, 315, 316, 328, 329, 330).

Tribus: Ephemerini Banks.

Ephemerines Selys 1888, Ephemerini Banks 1900, Ephemerinae Jac. u. Bianchi 1905, Ephemeridae Klap. 1909, Ulm. 1920.

Die Gattungen: *Hexagenia* Walsh, *Ephemera* L. und einige andere.

Tribus: Potamanthini m.

Potamanthines Selys 1888 pp., Potamanthinae Jac. u. Bianchi 1905, Potamanthidae Klap. 1909, Ulmer 1920.

Die Gattungen: *Potamanthus* Pict., *Rhoëanthus* Etn.

Tribus: Polymitarcini Banks.

Palingenines pp. Selys 1888, Palingeniines pp., Alb. 1889, Polymitarcini Banks 1900, Palingeniinae Jac. u. Bianchi 1905 pp., Polymitarcidae Klap. 1909, Ulm. 1920.

Die Gattungen: *Euthyplocia* Etn., *Campsurus* Etn., *Polymitarcis* Etn. und einige andere.

Tribus: Palingeniini m.

Palingenines Selys 1888 pp., Palingeniines Alb. 1889 pp., Palingeniinae Jac. u. Bianchi 1905 pp., Palingeniidae Klap. 1909 pp., Ulm. 1920.

Die Gattungen: *Palingenia* Etn., *Anagenesia* Etn., *Plethogenesia* Ulm.

Unterfamilie: Oligoneuriinae m.

Palingeniines Alb. 1889 pp., Palingeniinae Jac. u. Bianchi 1905 pp., Palingeniidae Klap. 1909 pp., Baëtoidea pp. Oligoneuriidae Ulm. 1920.

Flügel am Saume nicht bewimpert, mit auffallend reduzierter Zahl von Längsadern; Schaltadern nicht entwickelt; Queradern spärlich und nur in der vorderen Flügelhälfte; *Cu* und A_1 an der Basis verbunden, dann sofort stark divergierend; Medialis einfach; Subcosta atrophiert; Hinterflügel gut entwickelt; Terminalfilum vorhanden; Hintertarsen 4gliedrig; Gonopoden ♂ mit langem Basal- und 2 kurzen Endgliedern; Augen ♂ einfach. Larve mit freien Kiemen und einfachen, mäßig langen Beinen (Fig. 331).

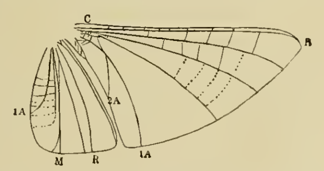


Fig. 331.
Flügel von *Oligoneuria rhenana* Imh. (Ephemerida). × 2,5. (Nach Eaton aus Brauer.)

Die Gattung: *Oligoneuria* Pict. und einige andere.

Literatur.

Bengtsson, S., Undersökningar öfver äggen hos Ephemeriderna. Ent. Tidskr. XXXIV. 1913. 271.
— Beitr. z. K. der palaearkt. Ephem. Lunds Univ. Arskr. n. f. (2) V. 1909.
— Weitere Beitr. z. K. der nord. Eintagsfliegen. Ent. Tidskr. XXXVIII. 1917.
Eaton, A. E., A Revisional Monogr. of recent Ephemeridae. Trans. Linn. Soc. Lond. (2) III. 1888. 352 S. 65 Taf.
Lestage, J. A. (Über Larven von Ephemeriden). Ann. Biol. lacustr. VIII. 1916. 313.
Needham, J. G., Bull. 86. N.Y. St. Mus. 1905.
Petersen, Esben, Mem. Acad. Petersb. 1920?
Ulmer, G., Neue Ephemeropteren. Arch. f. Nat. 1919. A. (12).
— Übersicht über die Gattungen der Ephemeropteren. Stett. Ent. LXXXI, 1920. 97—144.
— Über Ephemeropteren-Typen. Ent. Mitt. X. 1921.
Vayssière, Alb., Recherches sur l'organis. des larves des Ephémer. Ann. Sc. Nat. (6) XIII. 1882. 1—137. T. 1—11.

Überordnung: Libelluloidea Handl. 1903.

In diese Gruppe gehören die palaeozoischen *Protodonata* und die vom Mesozoikum bis in die Gegenwart reichenden *Odonata.*

Ordnung: Odonata Fabr. (Libellen).

Neuroptera L. 1758 pp., Unogata Fabr. 1775 pp., Libelluloides Laichart. 1781 pp., Alata, Gymnoptera Retz. 1783 pp., *Odonata* Fabr. 1792, Dictyoptera, Mandibulata, Pterophora Clairv. 1798 pp., *Libellulinae* Latr. 1802, *Cryptodonta* Latr. 1802, Odontota Latr. 1806 pp., Subulicornes Latr. 1807 pp., *Libellulides* Leach 1815, Astegoptera, Raphiocera, *Libellulaedes* Billb. 1820, Quadripennia, Anclytra Latr. 1825 pp., *Libellulites*, *Libellulina* Newm. 1834, Hemimetabola, Mandibulata, Gymnognatha Burm. 1835 pp., Orthoptera Erichs. 1839 pp., Subulicornia Burm. 1839 pp., Dacnostomata Westw. 1839 pp., Biomorphotica Westw. 1840 pp., Libellulidae pp., Libellulinae Swains. 1840, Libellulidae Selys 1840, Gnathostomata, Dexioglossata, Phoryperognatha, Omalognatha Spin. 1850 pp., Pseudo-Neuroptera Gerst. 1856 pp., Heterometabola Pack. 1863 pp., Orthopt. amphibiotica Gerst. 1863 pp., Ctenoptera, Attenuates Dana 1864 pp., Tocoptera, Masticantia, Amphibiotica Haeckel 1866 pp., Phyloptera Pack 1883 pp., Schizothoraca Schoch 1884 pp., Neuroptera amphibiotica Sharp. 1895, Mordentia, Archiptera Haeckel 1896 pp., *Libellulidi* Acl. 1897, Exopterygota Sharp. 1899 pp., Liopteros pp., *Odonatos* Nav. 1903, *Paraneuroptera* Shipley 1904. Heterothoraka Klap. 1904 pp., Metapterygota Börn. 1909 pp., Subulicornes Lamèere 1917 pp., Panplectoptera Crampt. 1919 pp., Panpalaeodictyoptera Crampt. 1920 pp.

Schlanke, im reifen Zustande durchwegs flugfähige Tiere von etwa 2—13 cm Körperlänge (Fig. 332—343).

Imago: Kopf groß, sehr beweglich, immer mit großen Facettaugen und 3 Stirnaugen. Fühler unscheinbar, borstenförmig, mit dickeren Grundgliedern. Mundorgane stets kräftig entwickelt: kurze gezähnte Mandibeln, 1. Maxillen mit gezähnten Kauladen und eingliedrigem Taster, 2. Maxillen stark verwachsen, die Kauladen meist bis gegen das Ende verwachsen, einen einheitlichen Lappen bildend, an dessen Seiten die mächtig entwickelten Grundglieder der Taster liegen, deren 2. Glied oft noch erhalten ist (Fig. 333).

Prothorax klein, frei beweglich; Meso- und Metathorax fest verwachsen, mit mächtig entwickelten Pleuralteilen (Episternum und Epimerum), dagegen mit sehr kleinen Sternen und kleinen Tergiten, an deren Seiten die Flügel derart inseriert sind, daß sie auf die Dorsalseite hinaufgerückt erscheinen und mit ihren Wurzeln nahe aneinanderrücken. Die Flügel sind (Fig. 332) eigentümlich nach hinten verlagert, die Beine dagegen nach vorn. Die beiden Flügelpaare sind immer

von gleicher zarter, glasartiger Struktur, nie faltbar und werden entweder in der Ruhe horizontal ausgebreitet oder vertikal schief nach hinten aufgestellt, so daß ihre Oberseiten aneinanderliegen. Das Geäder ist hochspezialisiert, reich, mit vielen Queradern. Die Subcosta ist mehr oder weniger verkürzt und reicht kaum über die Mitte des Vorderrandes hinaus. Ihr Ende wird durch einen sog. Nodus gekennzeichnet. Distal von diesem findet sich zwischen Costa und

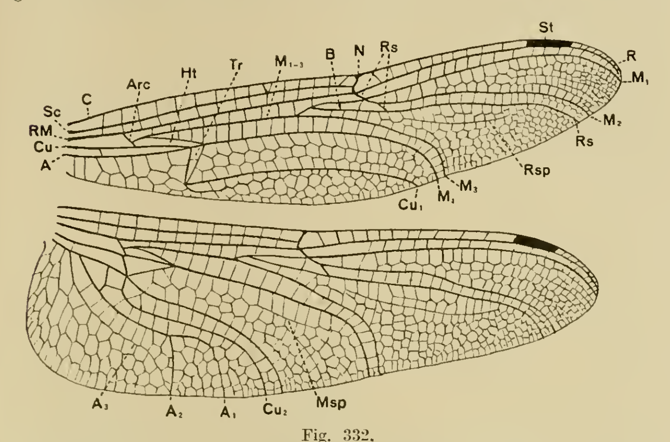


Fig. 332.

Flügel einer Libelluline: *Scapanea* (Odonata). Vergr. (Schematisch. Original.)

C Costa (Nervure costale); *Sc* Subcosta (Nervure sous-costale); *RM* u. *R* gemeinsamer Stamm von Radius und Medialis und Radius (Nervure médiane); M_{1-4} Medialis, M_{1-3} u. M_1 (Secteur principal); M_2 (Secteur nodal); M_3 (Secteur médian); M_4 (Secteur bref); *Rs* Sector radii (Secteur sous-nodal); *Rsp* radialer Supplementärsector; *Msp* medialer Supplementärsector; *Cu* Cubitus (Nervure sous-médiane); Cu_1 (Secteur supérieur du triangle); Cu_2 (Secteur inférieur du triangle); *A* Analis (Nervure postcostale); *Arc* Arculus; *N* Nodus; *B* „Brücke“, ein rücklaufender Teil des Sector radii; *Tr* Dreieck (Triangle discoïdeal); *Ht* Hypertrigonalraum (Espace hypertrigonal); Raum zwischen Cu_2 und A_3 im Hinterfl. „Schleife“ (boucle anale, anal loop); die anderen Räume werden nach der davor liegenden Ader benannt.

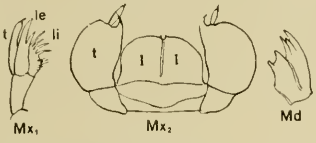


Fig. 333.

Kiefer einer *Aeschna* (Odonata). Vergr. (Nach Lucas.)

Md Mandibel; Mx_1 1. Maxille; *t* Taster; *le* äußerer Kauladen; *li* innerer Kauladen; Mx_2 2. Maxilllen (Unterlippe); *t* Taster; *ll* die verwachsenen Kauladen.

Radius ein fast ausnahmslos deutliches Flügelmal (Pterostigma). Radius immer als einfache Ader bis zur Spitze erhalten; sein Sektor entspringt in der Nodalgegend und überquert (kreuzt) in verschiedener Weise die beiden ersten Hauptäste der Medialis, so daß er scheinbar als Medialast zwischen M_2 und M_3 zu liegen kommt und durch einen rücklaufenden Zweig (Brücke) mit dem Stamme der Medialis in Verbindung tritt. Der Weg, den der Sektor dabei nimmt, wird meist durch

besonders gekennzeichnete (schiefe) Queradern angedeutet. Die Medialis ist an der Basis ein Stück weit dem Radius angeschmiegt, trennt sich dann aber plötzlich in Form einer Querader (Arculus), welche sich bis zum Cubitus fortsetzt und eine charakteristische basale Medio-Cubitalzelle abschließt. Aus dem Arculus entspringt der Stamm der Medialis und deren 4. Ast. Der Cubitus entspringt als selbständige Ader aus der Wurzel und teilt sich erst ein Stück hinter dem Arculus in 2 Hauptäste. Der medio-cubitale Raum zwischen dieser Teilung und dem Arculus ist verschieden gestaltet, entweder ein einfaches Viereck (Quadrangel) oder durch eigenartige Queradern in ein Dreieck (Triangel) und einen darüberliegenden Hypertrigonalraum gegliedert, denen sich analwärts noch weitere charakteristische Bildungen anschließen. Die Analis ist immer mit dem Cubitus in enge Beziehung getreten, nie als normale freie Ader bis zum Rande zu verfolgen und oft sehr reduziert.

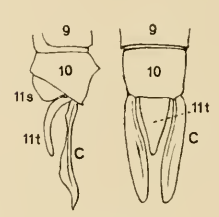


Fig. 334.
Ende des Hinterleibes eines *Aeschna* ♂. Dorsal- und Lateralansicht. Vergrößert. (Schematisch. Original.)
9, 10 9 u. 10. Segment; *C* Cerci *11t* 11. Tergit (Lamina Superior); *11s* 11. Sternit.

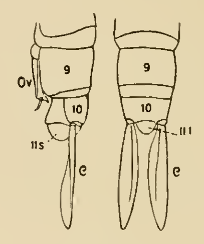


Fig. 335.
Ende des Hinterleibes eines *Aeschna* ♀ (Anisoptera). Dorsal und Lateralansicht. Vergrößert. (Schematisch. Original.)
Bezeichnung wie vorher. *Ov* Ovipositor.

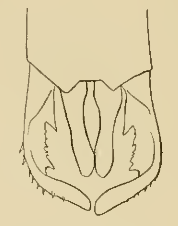


Fig. 336.
Ende des Hinterleibes von *Lestes* ♂. (Zygoptera). Dorsalansicht. Vergr. (Nach Ris.)

Zwischen den Hauptästen bilden sich mehr oder weniger zahlreiche Supplement- und Schaltadern, die, wieder durch Queradern verbunden, dem Flügel ein mehr oder weniger dichtes netzartiges Aussehen verleihen. Die Hinterflügel sind nicht an die vorderen angehängt und nie kleiner, oft dagegen größer als diese. — Die homonomen Beine sind relativ zart und mit 3gliedrigen Tarsen versehen, meist beborstet oder bedornt; ihre Hüften sind klein und nicht weit auseinandergerückt.

Hinterleib schlank, die Tergite auf die Bauchseite übergreifend und durch schmale Pleuralhaut mit den schmalen Sterniten verbunden. Das 1. Segment immer kurz, das 11. sehr reduziert, mit verschieden geformten, nie vielgliedrigen Anhängen versehen (Fig. 334—336), den sog. Appendices superiores, welche offenbar als Cerci zu deuten sind; hinter ihnen liegt eine einfache Platte oberhalb des Afters (Lam. superior oder 11. Tergit ?) und darunter eine geteilte, oft in Zapfen ausgezogene Platte, der 11. Sternit (die sog. Appendices inferiores).

Die ♂ besitzen an der Unterseite des 2. und 3. Abdominalsegmentes (Fig. 337) sehr komplizierte Copulationsorgane, die das Sperma aus der normal am 9. Segment liegenden Genitalöffnung empfangen. Bei den ♀ sind meist am 8. Segmente 2 Paare von Anhängen (Gonapo-

physen) und am 9. ein Paar vorhanden, an dem noch Styli vorkommen, die alle zusammen eine Legescheide (wie bei Orthopteren und Hymenopteren usw.) bilden.

Das relativ zarte Integument ist meist stellenweise reichlich behaart und fast immer lebhaft gefärbt durch Pigmenteinlagerung oder metallische Strukturfarben.

Nervensystem nicht konzentriert, mit 11 postcephalen Ganglien. Tracheen reich entwickelt, 2 thorakale und 8 abdominale Stigmenpaare. Herz langgestreckt, mit zahlreichen Ostien. Die Hoden bilden 2 schlauchartige, aus sehr vielen Lobulae bestehende Massen, deren Vasa deferentia in eine gemeinsame Samenblase führen, die einen sehr kurzen Ausführungsgang besitzt. Die beiden mächtigen Ovarien bestehen aus zahlreichen langen, dicht aneinandergelagerten Eiröhren, die Ovidukte führen in eine einfache Bursa, auf welcher 2 Anhangssäcke (? Drüsen) sitzen. Darm gestreckt mit Kropf, Kaumagen, Chylusmagen, zahlreichen Malpighischen Gefäßen und Enddarm.

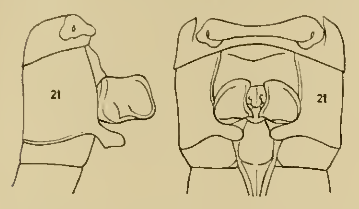


Fig. 337.
Kopulationsorgan des ♂ von *Lyriothemis* (Libellulinae, Anisoptera). Lateral- und Ventralansicht. Vergr. (Schematisch nach Ris.)
2t Tergit des zweiten Segmentes.

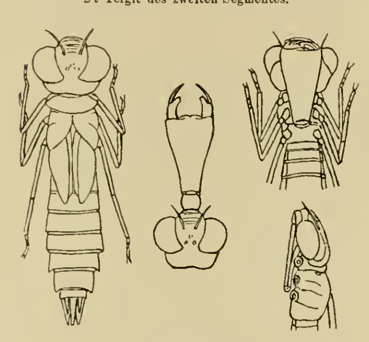


Fig. 338.
Larve einer *Aeschna* (Anisoptera). Nat. Größe. (Nach Tillyard.) Dorsal-, Ventral- und Lateralansicht. Mit vorgeschnellter und eingezogener „Fangmaske".

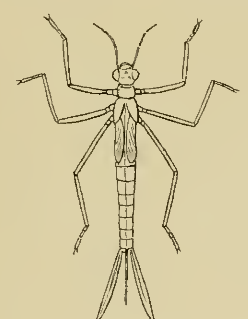


Fig. 339.
Larve von *Calopteryx* (Zygoptera). × 1,3. (Schematisch. Original.)

Die Eier werden entweder in Klumpen (als Laich) oder einzeln in Pflanzengewebe abgelegt. Die Larven (Fig. 338, 339) sind verschieden, aber immer mit einem zur charakteristischen „Fangmaske" umgewandelten 2. Maxillenpaar ausgerüstet. Fühler mehrgliedrig, Seiten- und Stirnaugen vorhanden, Beine gut entwickelt, zum Laufen oder Graben, wohl auch Schwimmen geeignet, mit 3gliedrigen Füßen und 2 Klauen. Die Flügelscheiden sind zurückgeschlagen, so daß der Costalrand nach innen gekehrt ist. Atmung erfolgt entweder durch

3 blattartig erweiterte Anhänge des 11. Segmentes (Cerci und Terminalfilum) oder durch Darmkiemen. Auch Kiemenanhänge (Extremitäten) an mehreren Segmenten kommen vor.

Entwicklung der Flügel allmählich. Kein ruhendes Puppenstadium.

Die Imagines sowie die Larven sind langlebige Raubtiere. Erstere gehören zu den rastlosesten Fliegern und sind echte Lufttiere, letztere dagegen träge Wasserbewohner.

Man kennt heute etwa 2600 Arten, die auf 430 Genera verteilt werden. Es entfallen auf das palaearktische Gebiet etwa 260, auf das nearktische 310, das neotropische 750, das äthiopische 400, das indomalayische 600 und das australozeanische 310. Viele Arten haben weite Verbreitung. Einige gehen in die kälteren Gebiete, aber die rein arktischen und antarktischen Gebiete werden gemieden. Man kann die Odonaten als thermophile Organismen bezeichnen.

Trotz des relativ reichen palaeontologischen Materiales ist eine vollkommen befriedigende phylogenetische Gliederung noch sehr schwierig. Wir können mit Bestimmtheit sagen, daß aus den palaeozoischen Protodonaten, welche schon in einzelnen Charakteren an die Anisopteren; in anderen an die Zygopteren erinnern, eine Odonatengruppe hervorging, die im Mesozoikum vorherrschte und die ich als Anisozygoptera bezeichnete. Wir sehen, daß sich bei diesen Tieren alle Merkmale derart vermischt finden, daß man (cf. Heterophlebia) z. B. den Hinterflügel zu den Anisopteren, den Vorderflügel zu den Zygopteren rechnen müßte oder den Körper zu der ersteren, die Flügel zu der letzteren Gruppe. Von dieser im wahrsten Sinne als Schaltgruppe zu bezeichnenden Unterordnung Anisozygoptera haben sich in divergenter Entwicklung die beiden anderen abgesondert. Es ist wohl anzunehmen, daß von den Anisopteren die Gomphinen die meisten ursprünglichen Charaktere bewahrt haben, doch ist das Fehlen der Gonapophysen bei ihnen sicher nicht ursprünglich. Man muß also gomphinenähnliche Typen mit Gonapophysen als Ausgangspunkt wählen, und von solchen dürften sich zwanglos die sämtlichen Gruppen der Anisopteren ableiten lassen. Die heutigen Zygopteren, Calopterygiden und Agrioniden, sind nicht voneinander, sondern von primitiveren Formen abzuleiten, die sich wohl unter den Anisozygopteren des Mesozoikums finden werden. Mit dem Vorgange Tillyards, der alle Anisozygopteren zu den Calopterygiden bzw. Lestinen stellt, bin ich nicht einverstanden, denn es wird dadurch die Begrenzung der Gruppen illusorisch und die phylogenetische Erkenntnis nicht gefördert. Auch ist nach meiner Überzeugung die Tillyardsche Auffassung des Geäders der Zygopteren nicht haltbar: Der Sector radii ist dort ebenso wie bei den Anisopteren mit der Medialis gekreuzt.

Unterordnungen, Familien und Unterfamilien.

1. Hinterflügel durch Ausbildung eines breiteren Analfeldes von den Vorderflügeln verschieden. Zwischen M_4 und *Cu* immer mit vollkommenem Dreieck und Hypertrigonalraum. Nodus immer weit von der Basis. Zahlreiche antenodale Queradern im Radialraum. Augen groß, nie weiter auseinandergerückt als ihre Breite am Scheitel. . . . . Unterordnung: *Anisoptera* 6.
— den Vorderflügeln ganz oder fast gleich. Zwischen M_4 und *Cu*

nie mit der charakteristischen Dreieckbildung, sondern an deren Stelle nur mit einheitlichem, verschieden geformtem Viereck. 2.

2. Augen am Scheitel beim ♂ stark genähert, beim ♀ weiter getrennt, aber nicht merklich weiter als die Augenbreite. Thorax robust. Hinterleib vor dem Ende verdickt. Nodus etwa in der Mitte des Costalrandes. Viele antenodale Queradern. M_3 entspringt etwa in der Mitte zwischen Arculus und Nodus.
Unterordnung: *Anisozygoptera. Epiophlebiidae.*
— — — nie genähert, in beiden Geschlechtern weiter voneinander als ihre Breite. Körper schlank.
Unterordnung: *Zygoptera* 3.

3. Nodus von der Basis weiter entfernt. Zahlreiche antenodale Queradern. . . . . Familie: *Calopterygidae.* 4.
— der Basis genähert. Nur 2 (oder selten 3—5) antenodale Queradern. . . . . Familie: *Agrionidae.* 5.

4. Die beiden Äste der M entspringen am oberen Ende des Arculus.
Unterfamilie: *Thorinae.*
— — — — — — — unteren Ende des Arculus.
Unterfamilie: *Calopteriginae.*
— — — — — — — in der Mitte des Arculus.
Unterfamilie: *Epallaginae.*

5. M_3 viel näher dem Arculus als dem Nodus entspringend.
Unterfamilie: *Lestinae.*
— — — — Nodus als dem Arculus entspringend.
Unterfamilie: *Agrioninae.*

6. Von den antenodalen Queradern fallen die meisten im Costal- und Subcostalraum nicht zusammen; nur 2 besonders kräftige sind durchlaufend. Taster der 2. Maxillen 2gliedrig, ihr Basalglied etwa so groß als der Mittellappen. Familie: *Aeschnidae.* 7.
Antenodalqueradern gleichartig, im Costal- und Subcostalraum meist ganz zusammenfallend. Taster der 2. Maxillen eingliedrig, so groß, daß sie in der Mittellinie aneinanderstoßen; der Mittellappen klein. . . . . Familie: *Libellulidae.* 11.

7. Augen dorsal weit getrennt. Medialraum vor dem Arculus ohne Queradern. . . . . 8.
— — zusammenstoßend oder sehr genähert. Medialraum mit oder ohne Queradern. 9.

8. Dreieck im Vorderflügel ausgesprochen in vertikaler Richtung, im Hinterflügel in horizontaler entwickelt. ♀ mit vollkommenem Ovipositor. Mittellappen der 2. Maxillen eingeschnitten.
Unterfamilie: *Petalurinae.*
— — — fast gleichseitig, im Hinterflügel in horizontaler Richtung entwickelt. ♀ mit reduziertem Ovipositor. Mittellappen der 2. Maxillen ganzrandig. . . . Unterfamilie *Gomphinae.*

9. Dreieck im Vorderflügel fast gleichseitig, im Hinterflügel in vertikaler Richtung entwickelt. Vor dem Arculus im Medialraum mit mehreren Queradern. Keine inneren Dreiecke. ♀ ohne Gonapophysen. . . . . Unterfamilie: *Chlorogomphinae.*
— — — und Hinterflügel in horizontaler Richtung entwickelt. 10.

10. Augen dorsal in langer Linie zusammenstoßend. ♀ Ovipositor vollkommen, aus 3 Paaren von Anhängen bestehend.
Unterfamilie: *Aeschninae.*
— — sich nur in einem Punkte berührend oder durch schmalen

Zwischenraum getrennt. ♀ Ovipositoren unvollkommen, nur aus 2 Paaren von Anhängen bestehend.

Unterfamilie: *Cordulegasterinae.*

11. Hinterrand der Augen in der Mitte mit gut begrenztem dreieckigen oder bogenförmigen Vorsprung. ♂ fast immer mit ausgeschnittenem Analrande der Hinterflügel und „Öhrchen" am 2. Segmente.

Unterfamilie: *Corduliinae.*

— — — — — — ohne oder mit undeutlichem Vorsprung. ♂ Analrand der Hinterflügel ohne Ausschnitt; 2. Segment ohne Öhrchen. . . . . Unterfamilie: *Libellulinae.*

Unterordnung: Anisozygoptera Handl. 1906.

Agrionidae Kirby 1890 pp., Zygoptera Needh. 1903 pp.

Familie: Epiophlebiidae Muttk.

Calopterygidae, *Palaeophlebinae* Needh. 1903, *Palaeophlebiinae* Jac. u. Bianchi 1905, *Neopalaeophlebidae* Handl. 1906, *Epiophlebinae*, *Epiophlebiidae* Muttk. 1910, Lestidae, *Epiophlebiinae* Tillyard 1917.

Körper relativ kräftig und gedrungen gebaut, an Gomphinen erinnernd (Fig. 340). Augen beim ♀ weiter getrennt als beim ♂. Fühler mit verbreitertem 2. Glied. Thorax robust, der Mesothorax von oben gesehen breiter als lang. Flügel schwach gestielt, die hinteren etwas breiter. Nodus etwa in der Mitte des Vorderrandes. Antenodalqueradern etwa 9—16; zwei davon verstärkt und durchlaufend, die anderen nicht zusammenfallend. Schiefe Querader zwischen M_2 und *Rs* deutlich. M_3 und kurz darauf die Brücke des *Rs* etwa in der Mitte zwischen Nodus und Arculus. Das Viereck ähnlich wie bei Agrioniden, trapezoidal. Analader gut erhalten. Die Hauptäste neigen zu der für Anisopteren charakteristischen paarigen Anordnung. Hinterleib vor dem Ende erweitert. ♀ mit kurzem Legebohrer. Obere und untere Appendices kurze Zäpfchen (♂, ♀). Schwarz und gelb gefleckt. Larve fast anisopterenartig in bezug auf Mundteile und Habitus, im Kopf aber mit Zygopteren übereinstimmend, Cerci kurz und breit, kein mittlerer Anhang. Eine einzige Reliktform aus Japan: *Epiophlebia superstes* Selys Imago, und eine Larvenform vom Himalaya.

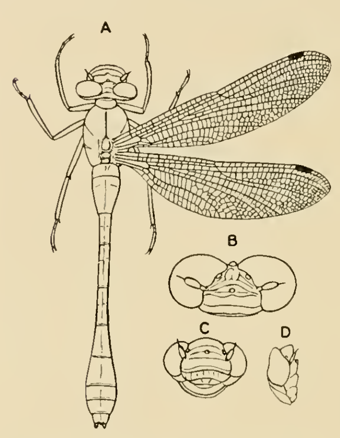


Fig. 340.
Epiophlebia superstes Sel. (Anisozygoptera). Rekonstruktion nach Selys u. Needham. (Original.)
A ♀ × 1,3; *B* Kopf des ♂ von vorn × 1,8; *C*, *D* Kopf des ♀ von vorn und von der Seite × 1,8.

Unterordnung: Zygoptera Selys (Gleichflügelige Libellen).

Agrionida Leach 1815, *Agrionidae* Steph. 1836, Kirby 1890, *Agrionina* Selys 1840, *Agrionides* Westw. 1840, *Zygoptera* Selys 1854, *Calopterygidea*

Karsch 1894, *Agrionidos* Navas 1903, *Zygopterides* Lucas 1900, *Agrionodea* Jac. u. Bianchi 1905.

Körper immer sehr schlank. Kopf breit, mit weit auseinandergerückten, oft fast gestielten Augen (Fig. 341, 342). Ocellen frei auf der Stirnmitte, die keine Scheitelblase trägt. 2. Maxillen mit großem gespaltenen Mittellappen und 2gliedrigen Tastern, deren Basalglied dem Mittellappen an Größe entspricht. Thorax meist recht schlank, der Mesothorax länger als breit. Flügelpaare fast ganz gleich. Lage des Nodus verschieden. Zwischen M_4 und *Cu* ein ungeteiltes, verschieden geformtes Viereck (mit oder ohne Queradern). ♂ und ♀ mit kurzen oberen Appendices (Cerci) und paariger zäpfchenartiger Verlängerung des 11. Sternites (Appendices inferiores). ♀ mit vollkommenem, aus 3 Paaren von Anhängen bestehendem Ovipositor. Die Flügel werden in der Ruhe mit der oberen Seite zusammengelegt.

Fig. 341.
Lestes sp. (Zygoptera). (Schematisch. Original.)
A ♂ × 2; *B*, *C* Kopf von oben und vorne × 4.

Fig. 342.
Flügel von *Calopteryx* (Zygoptera). × 4. (Aus Brauer-Ris.)
Bezeichnungen wie Fig. 332. *q* Viereck; *m* Medialraum; *cu* Cubitalraum.

Larven mit drei als Kiemen funktionierenden Anhängen: Cerci und unpaare Verlängerung des 11. Tergiten. Manchmal auch mit Extremitätenkiemen an anderen Segmenten.

Familie: Calopterygidae Buchecker (Seejungfern).

Normopteroides Selys 1840, *Calopterygina* Selys 1850, *Dyorthophlebiae*, *Calopterygidae* Buchecker 1876, Banks 1892, Needh. 1903, *Agrioninae* Kirby 1890, *Calopterygii* Acloque 1897.

Nodus von der Flügelbasis entfernt. Zahlreiche antenodale Queradern zwischen *C*, *Sc* und *R*. Analader meist gut geschieden, nur selten mit dem Hinterrand zusammenfallend. Die Flügel meist nicht gestielt. Gabelung der Medialis 3 und Ursprung der Brücke sehr nahe dem Arculus. Das Viereck meist ein gestrecktes Rechteck. Hauptäste der Adern gegen den Rand gleichmäßig divergent.

Unterfamilie: Epallaginae Needh.

Regulières, Equinervulées, Planinases pp. et Productinases Selys 1854, *Epallaginae* Needh. 1903, Euphaeinae et Libellagininae Jac. u. Bianchi 1905, *Epallagidae* Handl. 1907.

Eine hauptsächlich indomalayische Gruppe mit etwa 140 Arten. Die Genera *Epallage* Charp., *Euphaea* Selys, *Amphipteryx* Selys, *Libellago* Selys, *Rhinocypha* Ramb., *Micromerus* Ramb. u. a.

Unterfamilie: Calopteryginae Jac. und Bianchi.

Regulières, Equinervulées, Planinases pp. Selys. 1854, *Vestalinae* Needh. 1903, *Calopteryginae* Jac. u. Bianchi 1905, *Agrioninae* Muttk. 1910.

Etwa 120 Arten, auf alle Gebiete verteilt, die Hälfte davon in Amerika. Die Genera *Calopteryx* Leach, *Vestalis* Selys, *Lais* Selys, *Hetaerina* Selys u. a.

Unterfamilie: Thorinae Needh.

Irregulières Selys 1854, *Thorinae* Needh. 1903.

Etwa 40 Arten, durchwegs neotropisch. Die Genera *Thore* Sel., *Euthore* Selys, *Cora* Selys u. a.

Familie: Agrionidae (Steph.) Needh. (Schlankjungfern).

Heteropteroides Selys 1840, *Agrionines* Selys 1850, *Rhomboideae* Buchecker 1876, *Coenagrioninae* Kirby 1890, *Coenagrionidae* Karsch 1894, *Agrionii* Acloque 1897, *Agrioninae* Lucas 1900, *Agrionidae* Needh. 1903.

Nodus der Flügelbasis genähert. Meistens nur 2 (selten 3—5) antenodale Queradern zwischen *C*, *Sc* und *R*. Analader meistens den Hinterrand der gestielten Flügel bildend. Das Viereck entweder klein, rechteckig oder trapezoidal. Meist hochspezialisiert, mit reduziertem Zwischengeäder.

Unterfamilie: Lestinae Calv.

Normostigmatina Kirby pp., *Lestinae* Calvert 1901. *Lestidae* Jac. u. Bianchi 1905, Lestidae pp., Lestinae et Synlestinae Tillyard 1917.

Etwa 110 Arten, ziemlich gleichmäßig über alle Regionen verteilt. Die Genera *Lestes* Leach, *Sympycna* Charp. u. a.

Unterfamilie: Agrioninae (Lucas) Needh.

Normostigmatina pp. et Pseudostigmatina Kirby 1890, Pseudostigmatinae et Coenagrioninae Muttk. 1910, Agrioninae, Platycnemididinae, Podagrioninae et Protoneurinae Jac. u. Bianchi 1905, *Agrioninae* Ris 1909, *Agrioninae* Needh. 1903, *Agrionidae* [Megapodagrioninae, Pseudostigmatinae, Platycneminae, Protoneurinae, Agrioninae (Argiini, Agrionini, Pseudagrionini, Teinobasini)] Tillyard 1917.

Etwa 740 Arten, die sich auf alle Regionen verteilen, im neotropischen und indomalayischen Gebiet aber am reichsten vertreten sind. Die Gattungen *Mecistogaster* Ramb., *Heteragrion* Selys, *Argia* Ramb., Ischnura Charp., Enallagma Selys, Agrion Fabr., Pyrrhosoma Charp. *Pseudagrion* Selys, *Teinobasis* Selys und viele andere.

Eine Gliederung in Tribus erscheint mir verfrüht.

Unterordnung: Anisoptera Selys (Ungleichflügelige Libellen).

Libellulidae Steph. 1836, *Anisoptera* Selys 1834, *Libellulina* Selys 1840, *Rectobranchiata* „*Roster*" sec. Selys 1888, *Libelluloidea* Karsch 1894, *Anisopterides* Lucas 1900.

Körper meist etwas robuster gebaut. Kopf mehr halbkugelig, mit großen, voneinander nicht sehr weit abstehenden Augen. Ocellen an einer Scheitelblase gelegen. 2. Maxillen mit 1 oder 2 Tastergliedern,

das 1. Glied immer groß, der Mittellappen groß oder klein. Thorax robuster, der Mesothorax nicht länger als breit. Hinterflügel durch größeres Analfeld verschieden. Nodus immer etwa in der Mitte des Vorderrandes. Zwischen M_4 und *Cu* an Stelle des Viereckes der Zygopteren ein Dreieck mit darüberliegendem Hypertrigonalraum. Hinterende des Abdomens mit meist ungegliederten Appendices (Cerci) und darunter mit einem einfachen oder gespaltenen Anhang (Tergit des 11. Segmentes). ♀ mit oft teilweise oder ganz reduziertem Ovipositor. Flügel in der Ruhe horizontal ausgespannt. Larven am Hinterende und an den anderen Abdominalringen ohne Kiemenanhänge, dafür mit Kiemen im Enddarm.

Familie: Aeschnidae Burm.

Aeschnides Leach 1815, *Aeschnidae* Burm. 1839, *Aeschnoides* Selys 1840, *Aeschnidees* Selys 1854, *Aeschnina* Hagen 1861, *Dynamophlebiae* Buchecker 1876, *Aeschnidae* Kirby 1890, *Aeschnii* Acl. 1897, *Esnidos* Navas 1903, *Aeschnodea* Jac. u. Bianchi 1905.

2. Maxillen mit großem Mittellappen, der den Basalgliedern der 2gliedrigen Taster annähernd gleicht. Die antenodalen Queradern im Costal- und Subcostalraum mit Ausnahme der 2 verstärkten meist nicht zusammenfallend. Dreiecke in beiden Flügeln ähnlich oder jenes der Hinterflügel in vertikaler Richtung stärker entwickelt oder umgekehrt. ♂ mit ausgeschnittenem Analrand der Hinterflügel und fast immer mit „Öhrchen“ an den Seiten des 2. Segmentes (Fig. 343).

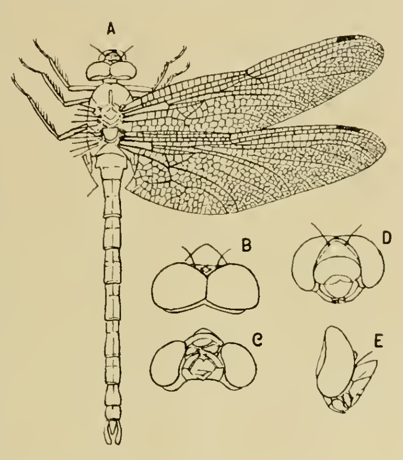


Fig. 343.
Aeschna sp. (Anisoptera). (Schematisch. Original.)
A ♂ Schwach vergrößert; *B C D E* Kopf von oben, unten, vorn und von der Seite. Etwa × 2,5.

Unterfamilie: Gomphinae (Selys) Ris.

Gomphina Brauer 1856, Hagen 1861 pp., Gomphines Selys 1850 pp., *Gomphidae* Banks 1892, *Integrilabres* Selys 1854, Gomphinae Selys 1858 pp., Ris 1909, Gomphinae + Gomphoidinae + Lindeniinae Jac. u. Bianchi 1905, Ictinini + Gomphini Tillyard 1917.

Es sind etwa 330 Arten bekannt, die sich auffallend gleichmäßig auf alle Hauptregionen verteilen. Die Genera *Lindenia* Haan, *Diastatomma* Burm., *Gomphus* Leach, *Ictinus* Ramb. u. a.

Unterfamilie: Petalurinae Needh.

Fissilabres, Gomphines Selys pp., Vacuibases, Gomphinae Selys 1858 pp., Gomphina Hagen 1861 pp., Cordulegasterina Kirby 1890 pp., Petalurinae Needh. 1903.

8 Arten, die sich auf Nord- und Südamerika, Europa und Australien verteilen. Die Genera *Petalura* Leach, *Uropetala* Selys und *Tachopteryx* Selys.

Unterfamilie: Chlorogomphinae Needh.

Fissilabres, Gomphines Selys 1854 pp., Gomphinae pp., *Nervulibases* Selys, Hag. 1858, Cordulegasterina Kirby 1890 pp., Chlorogomphinae Needh. 1903.

7 Arten der indomalayischen Region. *Chlorogomphus* und *Orogomphus* Selys.

Unterfamilie: Cordulegasterinae Lucas.

Gomphines Selys 1850 pp., Fissilabres Selys 1854 pp., Gomphinae, Vacuibases Selys, Hagen 1858 pp., *Cordulegasterina* Hag. 1875, *Cordulegastrinae* Buchecker 1876, *Cordulegasteridae* Banks 1892, *Cordulegasterinae* Lucas 1900, *Cordulegastridae* Jac. u. Bianchi 1905.

21 Arten, die sich auf die palaearktische, nearktische und orientalische Region verteilen. Die Genera *Cordulegaster* Leach und einige andere.

Unterfamilie: Aeschninae (Kirby) Ris (Teufelsnadeln).

Aeschnina Selys 1850, *Aeshnidae* Buchecker 1876, Aeschninae + Cordulegasterina pp. Kirby 1890, Aeshninae + Petalinae Muttk. 1910, *Aeschnidae* Jac. u. Bianchi 1905, Aeschninae Ris 1909, Petaliini + Brachytronini + Aeschnini Tilly. 1917.

210 Arten, die sich über alle Regionen verteilen. Am reichsten in den Tropen.

Die Genera *Petalia* Selys, *Anax* Leach, *Aeschna* Ill., *Gynacantha* Ramb. u. a.

Familie: Libellulidae (Steph.) Burm.

Libellulida Leach 1815, *Libellulidae* Burm. 1839, Selys 1850 usw., *Libelluloides* Selys 1840, *Libellulina* Hag. 1861, *Libellulida* Haeckel 1896, *Libellulii* Acl. 1897, *Libellulidos* Navas 1903, *Libellulodea* Jac. u. Bianchi 1905.

Mittellappen der 2. Maxillen sehr klein, die großen Basalglieder der Taster auf langer Strecke in der Mittellinie zusammenstoßend; das 2. Glied fehlt. Fast alle antenodalen Queradern zwischen *C* und *R* zusammenfallend, keine besonders verstärkt. Dreieck der Vorderflügel vertikal stärker entwickelt, jenes der Hinterflügel horizontal. ♂ mit oder ohne Öhrchen am 2. Segment, die Hinterflügel am Analrand mit oder ohne Ausbuchtung. ♀ ohne vollkommenen Ovipositor.

Unterfamilie: Corduliinae Kirby.

Cordulina Selys 1850, Dynamiophlebiae, Cordulinae + Epithecinae Buchecker 1876 pp., *Corduliinae* Kirby 1890, *Corduliidae* Karsch 1894, *Cordulidae* Banks 1892, Macromiinae + Cordulinae Needh. 1903. Synthemini + Macromiini + Idocorduliini + Cordulephyini + Eucorduliini Tilly. 1917.

Etwa 190 Arten, die sich auf alle Regionen verteilen. Besonders reich vertreten in Nordamerika und Australien, schwächer im neotropischen und orientalischen Tropengebiet. Die Genera *Cordulia* Leach, *Somatochlora* Selys, *Epophthalmia* Burm., *Macromia* Ramb., *Synthemis* Selys u. a.

Unterfamilie: Libellulinae Kirby.

Libellulina Selys 1850, Monotoxophlebiae + Dytoxophlebiae Buchecker 1876, *Libellulinae* Kirby 1890, Palpopleurinae + Pantalinae + Zyxomminae + Libellulinae Jac. u. Bianchi 1905, Tetrathemini + Libellulini + Palpopleurini + Brachydiplacini + Sympetrini + Leucorrhiniini + Trithemini + Trameini Tilly. 1917.

Etwa 560 Arten, über alle Regionen verteilt, aber in den tropischen Gebieten entschieden stärker vertreten. Die Genera *Tramea* Hag., *Rhyothemis* Hag., *Neurothemis* Brauer, *Sympetrum* Newm., *Trithemis* Brauer, *Libellula* L., *Leptetrum* Newm., *Orthetrum* Newm. und viele andere.

Literatur.

Cabot, L., The immature State of Odonata. Mem. Mus. C. Z. II. 1—17. VIII. 1—40. XVII. 1—50. 1872—1890.
Calvert, P. P., North Amer. Odon. Tr. Am. Ent. Soc. XX. 1893. 153.
— Contr. to a knowledge of the Odon. neotrop. reg. Ann. Carnegie Mus. VI. (1) 1909. 73.
— (Cf. Biol. Centr. Amer.)
Carpenter, G. H., The geograph. distrib. of Dragonflies. Pr. R. Dubl. Soc. VIII. 1897. 439.
Hagen, H. A., Synopsis of the Odon. of Amer. Proc. Bost. Soc. XVIII. 1875. 20.
— Monogr. of the earlier stages of the Odon. Tr. Amer. Ent. Soc. XII. 1885. 249.
Karsch, F., Kritik des Systems der Aeschniden. Ent. Nachr. XVII. 1891. 273.
Kirby, W. F., A Revision of the subfam. Libellulinae. Tr. Z. S. XII (9). 1889. 249—348.
— A synonym. Catal. of Odonata. Lond. 1890. 302 S.
Lucas, W. J., Brit. Dragonflies. Lond. 1900. 356 S. 27 Taf.
Martin, R., Corduliines et Aeschnines in „Collect. Selys".
Muttkowski, R. A., Catalogue of the Odonata of N. Amer. Bull. Mus. Milwaukee 1 (1). 1910.
Needham, J. G., Life histories of Odon. Bull. N. Y. Mus. LXVIII. 1903. 218.
— A geneal. study of dragonfly wing-venation. Proc. U. S. N. Mus. XXVI. 1903. 703.
— New Dragonfly nymphs etc. Ibid. XXVII. 685—720. 7 Taf. 1904.
Ris, F., Libellulinae in „Collect. Selys".
Rousseau, E., Etude monogr. des larves des Odonates d' Eur. Ann. Biol. lacustre. Brüssel 1909. III. 300.
Selys-Longchamps, E. de, Monogr. des Libellulidées d'Eur. 1840. 220 S. 4 Taf.
— Revue des Odonates. Paris 1850. 408 S. 11 Taf.
— Synopsis des Caloptérygines. Bull. Ac. Belg. 1853. 73 S. Additions 1859, 1869, 1873, 1879.
— et Hagen, Monogr. des Caloptérygines. Paris 1854. 291 S. 14 Taf.
— Synopsis des Gomphines. Bull. Ac. Belg. 1854. 93 S. Addit. 1859, 1869, 1873, 1878.
— et Hagen, Monogr. des Gomphines. 1857. 460 S. 23 Taf.
— Synopsis des Cordulines. Bull. Ac. Belg. 1871.
— Synpsis des Agrionines. Bull. Ac. Belg. 1860. 1862. 1863. 1865.
— Synopsis des Agrionines. Ibid. 1876/77, 282 u. 65 S. Revision du Synopsis. Ibid. 1886. 233 S.
Tillyard, R. J., The Biology of Dragonflies. Cambridge 1917.
— On an Anisozygopt. Larva. Rec. Ind. Mus. XXII. (11.) 1921. 93—107. T. 13.
Walker, E. M., The North amer. Dragonflies of the genus Aeshna. Toronto 1912. 213 S. 28 Taf.

Überordnung: Perlariae Latr.

Hierher gehört nur die einzige

Ordnung: Perlariae Latr. (Uferbolde, Uferfliegen).

Neuroptera L. 1758 pp., Synistata Fabr. 1775 pp., Alata, Gymnoptera Retz 1783 pp., Dictyoptera, Mandibulata, Pterophora Clairv. 1798 pp. *Perlariae* Latr. 1802, Odontata Latr. 1806 pp., Filicornes Latr. 1807 pp., *Perlarides* Leach 1815, *Perlides* Leach 1817, Astegoptera, Nemacera, Pentamera pp., *Nemuraedes* Billb. 1820, Megalopterina M. L. 1821 pp., Anelytra, Quadripennia, Planipennes Latr. 1825 pp., Trichoptera M. L. 1825 pp., Sembloides Burm. 1829 pp., Perlites, Perlina Newm. 1834 pp., Arkiptères Lap. 1835 pp., Gymnognatha, Hemimetabola, Mandibulata Burm. 1835 pp., *Perlidae* Steph. 1836, *Plecoptera*, *Semblodea* Burm. 1839, Orthoptera Erichs. pp., Dacnostomata Westw. 1839 pp., Phryganidae pp., *Perlinae* Swains. 1840, Biomorphotica Westw. 1840 pp., Gymnognatha, Dexioglossata, Phoryperognatha, Omalognatha Spin. 1850 pp., Pseudo-Neuropteren Gerst. 1856 pp., Pseudoneuroptera Brauer 1857 pp., Longicornia, Plicipennia Leun. 1860 pp., Orthoptera amphibiotica Gerst. 1863 pp., Heterometabola Pack. 1863 pp., Ctenoptera, Attenuates Dana 1864 pp., Masticantia, Tocoptera, Amphibiotica Haeck. 1866 pp., Phyloptera, Platyptera Pack. 1883 pp., Schizothoraca Schoch. 1884 pp., Neuroptera amphibiotica Sharp. 1895 pp., Mordentia, Archiptera Haeck. 1896 pp., *Perlidi* Acl. 1897, Exopterygota Sharp. 1899 pp., Liopteros, Oxinatos, Braquisto-

mios pp., *Perlilos* Navas 1903, *Perloidea*, *Perlaria* Handl. 1903. Diplomerata Börn. 1904 pp., Homoiothoraka Klap. 1904 pp., Metapterygota Börn. 1909 pp., Orthoptera Lameere 1917 pp., Plecopteradelphia: Panplecoptera Crampt. 1917 pp.

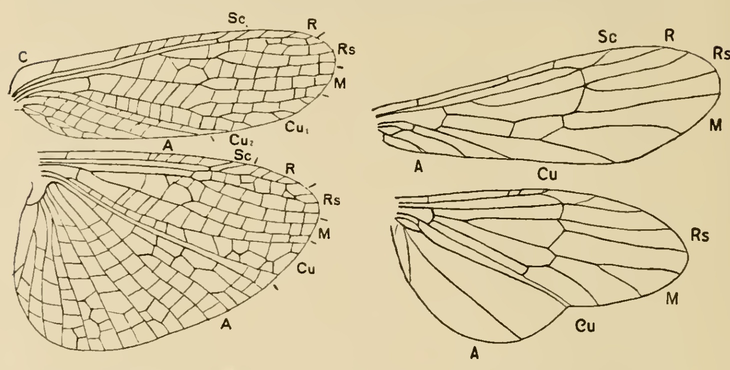


Fig. 344.
Flügel von *Eusthenia spectabilis* (Perlariae.) Vergr. (Schematisch nach Comstock.)
C Costa; *Sc* Subcosta; *R* Radius; *Rs* Sector radii; *M* Medialis; *Cu* Cubitus; *A* Analis.

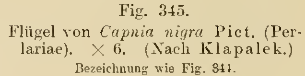


Fig. 345.
Flügel von *Capnia nigra* Pict. (Perlariae). × 6. (Nach Klapalek.)
Bezeichnung wie Fig. 344.

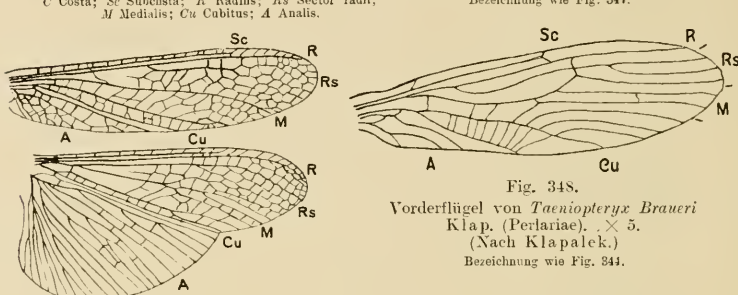


Fig. 346.
Flügel von *Pteronarcys* (Perlariae). × 1,5. (Schematisch. Original.)
Bezeichnung wie Fig. 344.

Fig. 348.
Vorderflügel von *Taeniopteryx Braueri* Klap. (Perlariae). × 5. (Nach Klapalek.)
Bezeichnung wie Fig. 344.

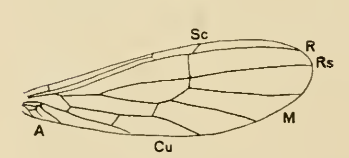


Fig. 347.
Hinterflügel von *Chloroperla Cydippe* (Perlariae). × 10. (Nach Comstock.)
Bezeichnung wie Fig. 344.

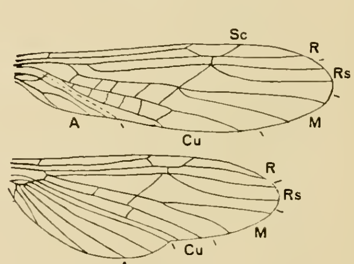


Fig. 349.
Flügel von *Nemura sp.* (Perlariae). × 5. (Schematisch. Original.)
Bezeichnung wie Fig. 344.

Schlanke, im reifen Zustande meist flugfähige, seltener (♂) mit verkümmerten Flügeln versehene Tiere von etwa 5—30 mm Länge (Fig. 19, 20, 21).

Kopf mit breiter Basis und geringer Beweglichkeit, mehr oder minder abgeflacht. Facettaugen mäßig groß, von einfachem Bau; von den Stirnaugen ist das unpaare manchmal reduziert. Fühler zwischen Auge und Mund inseriert, immer lang und vielgliedrig. Mundorgane stets etwas verkümmert, die Mandibeln mehr oder weniger reduziert. Maxillartaster aus 5, Labialtaster aus 3 Gliedern bestehend; Kauladen gut entwickelt.

Die 3 Thoraxsegmente fast gleich groß, nicht fest verwachsen, ihre Tergite die ganze Dorsalseite einnehmend. Die Flügelpaare (Fig. 344—349) sind von gleicher Struktur, zart und transparent. Vorderflügel etwas länger als die Hinterflügel, welche fast immer ein mehr oder weniger vergrößertes faltbares Analfeld besitzen. Subcosta immer verkürzt und mit dem *R* anastomosierend, *Rs*, *M* und *Cu* in wenige Äste gespalten, die meistens anastomosieren oder durch bestimmte

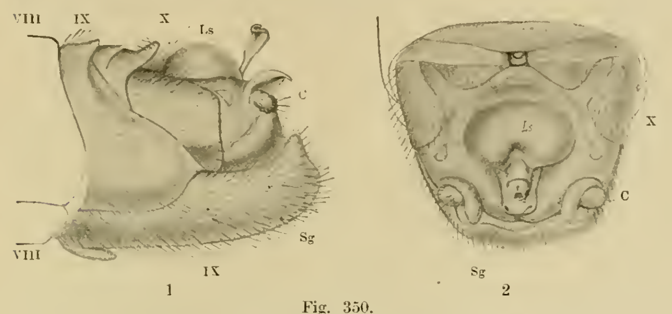


Fig. 350.

Ende des Hinterleibes von *Taeniopteryx Braueri* Klap. ♂ (Perlariae). Stark vergr. Lateral- und Dorsalansicht. (Nach Klap.)

Sg Subgenitalplatte = 9. Sternit.; *Ls* Supraanallobns = 11. Tergit; *C* Cerci; VIII, IX, X die betr. Segmente,

Queradern miteinander verbunden sind. Im Hinterflügel entspringt der *Rs* scheinbar aus der *M*. Queradern mehr oder weniger reichlich entwickelt. In der Ruhe werden die Flügel flach und gefaltet über das Abdomen zurückgelegt. Die homonomen Beine sind ziemlich schlank und zeigen 3 Tarsenglieder, deren letztes die 2 Klauen und Haftlappen trägt. Hüften nicht vergrößert, durch breite Sterna getrennt.

Die 10 Segmente des Hinterleibes ziemlich homonom, das 11. reduziert, sein Sternalteil geteilt. Die Cerci meist lang und vielgliedrig, den Antennen ähnlich, oft aber mehr oder weniger reduziert und manchmal asymmetrisch. Typische Gonopoden oder Gonapophysen sind nicht vorhanden, dagegen verschiedenartige Modifikationen des 8., 9., 10. und 11. Segmentes, die mit der Geschlechtsfunktion zusammenhängen (Fig. 350).

Integument zart, mit oft ziemlich reicher Behaarung. Pigmente braun, gelb oder seltener grün. Metallische Strukturfarben fehlen, und die Zeichnungen sind primitiv.

Nervensystem nicht konzentriert, 3 thorakale und mindestens 6 abdominale Ganglienknoten. Tracheen reich entwickelt, mit 2 thorakalen und 8 abdominalen Stigmenpaaren. Schlauchartige oder büschelförmige Kiemen kommen noch an der Unterseite des Prothorax und anderer Segmente vor. Darm relativ einfach, mit kropfartiger Erweiterung des Vorderdarmes, relativ kurzem, oft mit Blindsäcken versehenem Mitteldarm und kurzem Enddarm, an dessen Basis zahlreiche kurze Malpighische Gefäße sitzen. Geschlechtsorgane eigenartig, paarig, aber vorn miteinander zu einem Bogen verwachsen, mit zahlreichen Eiröhren bzw. Hodenfollikeln; Samenblasen vorhanden oder fehlend, Vasa deferentia von verschiedener Länge; Anhangsdrüsen (? anscheinend fehlend.

Träge Flieger, die vermutlich keine Nahrung aufnehmen.

Die sehr zahlreichen Eier werden ins Wasser abgelegt. Die Larven (Fig. 351; vgl. auch Vol. I, 348f., 241) sind räuberische Wasserbewohner, den Imagines im ganzen ähnlich, aber mit viel besser ausgebildeten kauenden Mundorganen. Augen und Fühler gut entwickelt, ebenso die kräftigen Beine mit ihren 3gliedrigen Tarsen und 2 Klauen. Cerci lang und vielgliedrig. Kein Terminalfilum, aber sehr oft Kiemenanhänge an der Basis der Beine und am Körper. Manchmal sind bei Larven gegliederte Coxalanhänge an den Thorakalbeinen erhalten (*Taeniopteryx*). Kein Ruhestadium und allmähliche Entwicklung der in normaler Lage befindlichen Flügelscheiden. Hauptsächlich in rasch fließenden Wässern.

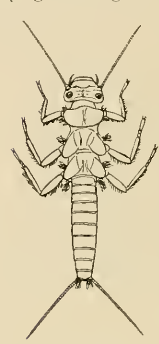


Fig. 351. Larve von *Perla* (Perlariae). × 1,5. (Schematisch. Original.)

Die Perlarien sind nach meiner Ansicht eine so homogene Gruppe, daß eine Gliederung in Familien, geschweige denn in noch höhere Untergruppen nicht berechtigt ist. Die ursprünglichsten Formen scheinen *Eusthenia* Gray und ähnliche zu sein. Man kennt bis jetzt etwa 650 Arten, die auf über 80 Genera verteilt werden, von denen die meisten nur 1—2 Arten enthalten. Auf die palaearktische Region entfallen etwa 320, auf die nearktische 180, auf die indomalayische 60, auf die neotropische 60, auf die australische 16 und auf Afrika 13 Arten. Die Gruppe ist im arktischen und antarktischen Gebiet vertreten, scheint aber in den gemäßigten Regionen zu dominieren.

Familie: Perlidae Steph.

Charakteristik und Synonymie wie bei der Ordnung.

Unterfamilien.

1. Die 3 Tarsenglieder ziemlich gleich lang. Cerci mehr oder weniger reduziert, nie sehr lang. Maxillartaster kurz, ihre Glieder fast gleich dick. Aus dem vorderen Hauptaste des Cubitus entspringen Äste nach vorn. Typische „Anastomose" in Form von Queradern zwischen *R* und *M*. . . . . *Taeniopteryginae*.
   — — — von sehr verschiedener Länge: entweder 1. und 2. oder nur 2. sehr kurz. . . . . 2.
2. Cerci sehr reduziert, nur aus einem Gliede bestehend. Taster

kurz, ihre Glieder gleich dick. 1. und 3. Tarsenglied länger. „Anastomose" durch die typischen Queradern. . . *Nemurinae.*
— immer aus mehreren, meist aus vielen Gliedern bestehend. 3.

3. Kopf ausgesprochen prognath, abgeflacht und nach vorn fast schneidig. Taster ziemlich lang, mit verjüngtem oder reduziertem Endglied. 1. Tarsenglied nur wenig länger als das 2. Flügel mit Querader-Anastomose. Vorderast des Cubitus einfach oder mit nach hinten auslaufenden Ästen. . . . . *Perlinae.*
— mehr geneigt, nicht so stark abgeflacht und schneidig. 1. Tarsenglied wesentlich länger als das 2. . . . . 4.

4. Vorderhüften genähert. Taster länger, mit verjüngtem Endglied. Cerci immer lang. Zahlreiche Queradern. . . . *Pteronarcinae.*
— breit getrennt. Taster kürzer, nicht verjüngt. . . . . . 5.

5. Flügel mit zahlreichen Queradern, ohne typische „Anastomose". *Gripopteryginae.*
— außer der tpischen „Anastomose" kaum mit Queradern. *Capniinae.*

Unterfamilie: Gripopteryginae (End.) m.

Hologuatha pp., *Gripopterygidae* (Antarctoperlinae + Gripopteryginae) End. 1909, *Senzillidae* Navas 1917, *Austroperlidae* + *Eustheniidae* + *Leptoperlidae* Tillyard 1921.

Die Genera *Eusthenia* Gray, *Gripopteryx* Pict., *Senzilla* Nav., *Leptoperla* Tillg. u. a. In dieser über die Südkontinente verbreiteten Gruppe dürften die ursprünglichsten Perlarientypen zu suchen sein (Fig. 344).

Unterfamilie: Capniinae m.

Nemourina Alb. 1889 pp., Filipalpia pp., *Capniidae* Klap. 1905, Perlinae pp., *Capnini* Jac.-Bianchi 1905, Hologuatha pp., *Capniidae* End. 1909.

Die Genera *Capnia* Pict. u. a. (Fig. 345).

Unterfamilie: Pteronarcinae m.

Perlinae pp., *Pteronarcini* Jac. u. Bianchi 1905, Systellognatha pp., *Pteronarcidae* End. 1909, Tillyard 1921.

Die Gattung *Pteronarcys* Newm. und einige andere (Fig. 346).

Unterfamilie: Perlinae (Swains.) Klap.

Perlines Selys 1888, Subulipalpia pp., Perlidae + Dictyopterygidae Klap. 1905, Perlinae pp., *Perlini* Jac. u. Bianchi 1905, *Perlinae* Klap. 1907, Perlidae + Perlodidae Klap. 1909, Systellognatha pp., *Perlidae* (Perlinae + Isogeninae + Chloroperlinae + Neoperlinae) End. 1909.

Die Gattungen *Perla* Geoffr., *Perlodes* Banks, *Acroneuria* Pict., *Neoperla* Needh., *Chloroperla* Newm., *Isoptena* End. u. v. a. (Fig. 347, 351).

Unterfamilie: Taeniopteryginae End.

Nemourines Selys 1888 pp., Nemourina Alb. 1889 pp., Filipalpia pp., *Taeniopterygidae* Klap. 1905, Nemurinae Jac. u. Bianchi 1905 pp., Hologuatha pp., Nemuridae pp. *Taeniopteryginae* End. 1909.

Die Gattung *Taeniopteryx* Pict. und einige andere (Fig. 348, 350).

Unterfamilie: Nemurinae (Jac. und Bianchi) End.

Nemourines Selys 1888 pp., Nemourina Alb. 1889 pp., Filipalpia pp., Leuctridae + Nemuridae Klap. 1905, Nemurinae Jac. u. Bianchi 1905 pp., Hologuatha pp., Nemuirdae pp., *Nemurinae* (Leuctrini + Nemurini) Enderl. 1909.

Die Genera *Leuctra* Steph., *Nemura* Latr., und einige andere. (Fig. 349).

Literatur.

Enderlein, G., Klassifikation der Plecopteren. Zool. Anz. XXXIV. 1909. 385—419.
Kempny, P., Zur Kenntnis der Plecopt. V. Z. b. Ges. XLVIII. 1898. XLIX. 1899.
Klapalek, Fr., Über die Geschlechtsteile der Plecopteren. Sb. Akad. Wien. CV. 1896. 56 S. 5 Taf.
— Revision u. Synopsis der europ. Dictyopterygiden. Bull. Ac. Boh. XI. 1906. 30 S.
— Revision der Gattung Acroneuria. Ibid. XIV. 1909. 14 S.
Morton, K. J., Palaearctic Nemurae. Tr. Ent. Soc. Lond. 1894. (4) 557—574. T. 13, 14.
Navas, L., Algunos insectos Neuropteros. Physis III. 1917. 186—196.
Tillyard, R. J., A new classification of the order Perlaria. Canad. Ent. 1921. 11 S.

Überordnung: Embiodea Kusnezow.

Hierher nur die

Ordnung: Embiodea Kusnezow (Embien).

Neuroptera Latr. 1831 pp., Isoptera Brullé 1832 pp., Gymnognatha pp., Mandibulata pp., Hemimetabola pp. Burm. 1835, Corrodentia Burm. 1839 pp., *Embidae* Burm. 1839, *Embidina* Hagen 1861, Heterometabola Pack. 1863 pp., Masticantia pp., Tocoptera pp., Pseudoneuroptera pp. Haeckel 1866, Phyloptera pp., Platyptera pp. Pack. 1883, *Embiidae* Wood Mason 1883, Mordentia pp., Archiptera pp. Haeckel 1896, *Embiidi* Acl. 1897, Exopterygota Sharp. 1899 pp., *Embidopteres* Lameere 1900, *Embiidina* Enderl. 1903, *Embiodea* Kusnezow 1903, *Embioidea*, *Embiaria* Handl. 1903, *Embioptera* Shipley 1904, *Adenopoda* Verh. 1904, Hemimetabola pp., *Oligoneura* Börn. 1904, Pseudoneuroptera pp., *Embiae* Jac. u. Bianchi 1905, *Embidos* Navas 1905, *Embidaria* Handl. 1906, Metapterygota Börn. 1909 pp., *Aetioptera*, *Embiidinae* Enderl. 1912, Plecopteradelphia: Panplecoptera Crampt. 1917 pp.

Schlanke, im männlichen Geschlechte in der Regel, im weiblichen nie geflügelte Tiere von etwa 4—20 mm Länge (Fig. 352, 353).

Kopf mit großer Beweglichkeit, relativ groß und prognath. Facett-

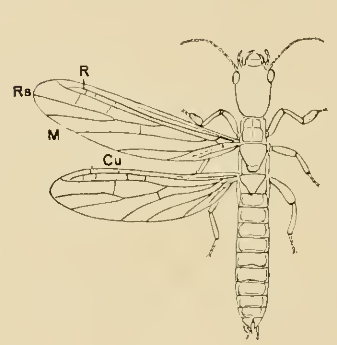


Fig. 352.
Embia sabulosa End. ♂ (Embiodea). × 6. (Schematisch nach Enderlein. Original.) *R* Radius; *Rs* Sector radii; *M* Medialis; *Cu* Cubitus.

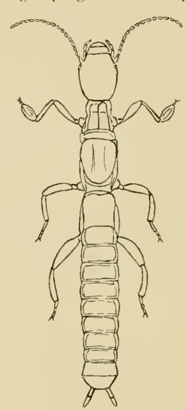


Fig. 353.
Embia sabulosa End. ♀ (Embiodea). × 6. (Schematisch nach Enderlein.) Original.)

augen immer vorhanden, klein oder mäßig groß. Ocellen fehlen. Fühler faden- bis perlschnurartig, mäßig lang und ziemlich homonom vielgliedrig (15 bis über 30 Glieder), vor den Augen an den Seiten

des Kopfes sitzend. Mundorgane stets gut entwickelt: Oberlippe gut begrenzt. Mandibeln kräftig, gezähnt. 1. Maxillen mit getrennten Laden und 5gliedrigem Taster. 2. Maxillen mit je 2 getrennten Laden und 3gliedrigem Taster (Fig. 354). Thorax schlank, seine Segmente nicht fest verwachsen, das 1. kleiner als das 2. und 3. Tergite, Pleuralplatten und Sternite gut geschieden. Die beiden Flügelpaare (♂) fast ganz gleich, mit ziemlich reduziertem Geäder. Costa marginal, Subcosta verkürzt, Radius in den Vorderast des Sektors oder in den Vorderrand mündend. Sektor nahe der Basis entspringend, eine große Gabel bildend, deren Hinterast meist wieder gegabelt ist; *M* an der Basis mit *Rs* und *Cu* in Verbindung, einfach oder gegabelt; *Cu* in 2 oder 3 Äste gespalten. Analfeld undeutlich begrenzt, klein, mit 1 Ader. Wenige zarte oder gar keine Queradern. Manche Adern sind nur angedeutet und farblos. In der Ruhe werden die Flügel flach über das Abdomen zurückgelegt. Die 3 Beinpaare sind immer gut entwickelt und annähernd gleich groß, mit 3 Fußgliedern und 2 Klauen versehen. Die Hinterbeine meist kräftiger als die anderen; die Vorderbeine mit

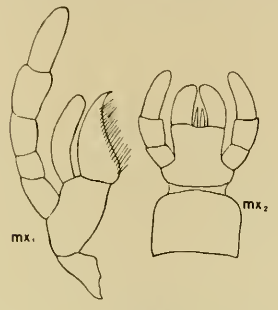


Fig. 354.
1. und 2. Maxillen von *Embia major* Imms (Embiodea). (Original. Schematisch nach Imms.)

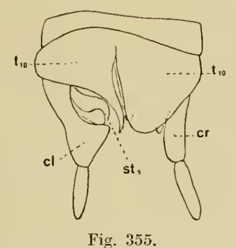


Fig. 355.
Hinterende des Hinterleibes von *Embia sabulosa* End. ♂. Dorsalansicht. × 28. (Schematisch nach Enderlein.)
t₁₀ 10. Tergit; *st₉* Anhang des 9. Sterniten; *cr*, *cl* rechter und linker Cercus.

erweitertem, Spinndrüsen enthaltendem 1. Tarsenglied. Hüften ziemlich klein, weit voneinander entfernt. Hinterleib etwa so lang als der Thorax, ziemlich homonom segmentiert, Tergite und Sternite durch Pleuralteile geschieden. Das 10. Segment (♂) meist asymmetrisch, das 11. stark reduziert, die kurzen, aus 2 Gliedern bestehenden, im ♂ Geschlechte fast immer asymmetrischen Cerci tragend. Sternit 8 mit der ♀ Geschlechtsöffnung, Sternit 9 mit der ♂, oft mit 10 verschmolzen. Gonopoden, Gonapophysen und Styli fehlen (Fig. 355).

Integument zart, mit ziemlich reicher Behaarung und sehr geringer Skulptur. Braune und schwärzliche Farben, manchmal mit Metallglanz. Zeichnungen sehr unscheinbar.

Nervensystem nicht konzentriert; 3 thorakale und 7 abdominale Ganglien. Tracheen ohne Blasen, 2 thorakale und 8 abdominale Stigmenpaare. Darm in die 3 Hauptabschnitte gegliedert, einfach gebaut, mit zahlreichen (über 20) langen Malpighischen Gefäßen. Hoden und Ovarien paarig, die etwa 5 Follikel bzw. Eiröhren einseitig an dem Vas deferens bzw. Eileiter angebracht. Ductus ejacul. mit Anhangs-

drüsen an der Basis, in einen einfachen Penis ausmündend. Vagina kurz, mit einer großen Samentasche.

Vorwiegend nächtliche Tiere, die ♂ gute Flieger. Larven und ♀ scheinen mehr von Pflanzenkost oder Detritus zu leben, die ♂ mehr vom Raub. Alle halten sich vorwiegend in selbstgesponnenen Schläuchen an oder unter Rinde, Steinen usw. auf. Die Larven, den Imagines sehr ähnlich, entwickeln sich schrittweise in mehreren Häutungen ohne Ruhestadium; die ♂ erhalten erst spät die Flügelscheiden.

Die Embiodeen bilden eine sehr homogene Gruppe, die wohl mit Unrecht in mehrere Familien gespalten wird. Es sind etwa 70 Arten bekannt, die in 12 Genera verteilt werden, von denen aber nur 2 (*Embia* und *Oligotoma*) eine größere Artenzahl enthalten. Die Gruppe ist ausgesprochen thermophil und vorwiegend tropisch. Im kälter-gemäßigten und kalten Gebiete fehlt sie gänzlich. Auf die palaearktische Region entfallen etwa 20 Arten, auf die indomalayische 12, auf die australische 2, auf die äthiopische 20, auf Nordamerika 3, auf Zentral- und Südamerika 25. Manche Arten scheinen sehr weit, vielleicht zirkumtropisch, verbreitet zu sein.

Familie: Embiidae Wood Mason.

Synonymie wie oben.

Unterfamilie: Embiinae (Enderl.) m.

Embiidae, Embiinae + *Clothodinae* Enderl. 1910, *Embiidae* + *Olynthidae* Krauß 1911.

Hinterer Ast des Sector radii wenigstens im Hinterflügel gegabelt; Vorderast einfach. Sternit des 1. Abdominalsegmentes ♀ ausgebildet. Geäder gut entwickelt (Fig. 352—355).

Die Genera *Embia* Latr., *Rhagadochir* End. und einige andere.

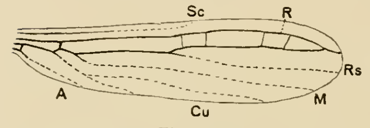


Fig. 356.

Vorderflügel von *Oligotoma Saundersi* Westw. (Embiodea). × 10 (Schematisch nach Comstock.)

Sc Subcosta; *R* Radius; *Rs* Sector radii; *M* Medialis; *Cu* Cubitus; *A* Analis.

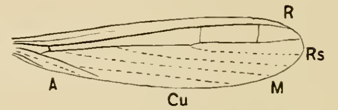


Fig. 357.

Vorderflügel von *Teratembia geniculata* Krauß. (Embiodea). (Schematisch nach Krauß.)

Bezeichnung wie vorher.

Unterfamilie: Oligotominae m.

Oligotomidae Enderl. 1910, Krauß 1911.

Hinterer und vorderer Ast des Sector radii einfach. Sternit des 1. Abdominalsegmentes ♀ reduziert. Geäder nur in der vorderen Flügelpartie gut entwickelt (Fig. 356).

Die Gattung *Oligotoma* Westw.

Unterfamilie: Teratembiinae m.

Teratembiidae Krauß 1911, Enderlein 1911.

Vorderer Ast des Sector radii gegabelt, hinterer Ast einfach. Geäder nur in der vorderen Partie deutlich (Fig. 357).

Die Gattung *Teratembia* Krauß.

Literatur.

Enderlein, G., Embiidinen in: Collect. zool. Selys-Longchamps. 1912.
Friederichs, K., Zur Biologie der Embiiden. Mitt. zool. Mus. Berlin. III. 1906. 213—240.
Hagen, H. A., Monograph of the Embidina. Canad. Ent. XVII. 1885. 142—155. 171—178. 190—199 usw.
Imms, A. D., Contr. to a knowledge etc. II. On Embia major. Tr. Linn. Soc. XI. 1913. 167—195.
Krauß, H. A., Monographie der Embien. Zoologica. Heft 60. 1911. 78 S. 5 Taf.
Kusnezow, N. J., Observations on Embia Taurica. Horae Ent. Ross. XXXVII. 1904. 138—173.
Melander, A. L., Notes on the Structure and Development of Embia Texana. Biol. Bull. Marine Biol. Lab. Woods H. Mass. IV. 1903. 99—118.
Rimsky-Korsakow, M., Über das Spinnen der Embiden. Zool. Anz. XXXVI. (6/7.) 1910. 153—156.
— Beiträge z. K. der Embiiden. Ibid. XXIX. (14.) 1905. 433—442.
Verhoeff, K. W., Zur vergl. Morphol. u. System. der Embiiden. Nova Acta Leop. Car. LXXXII. (2.) 1914. 145—204. T. 4—7.

Überordnung: Orthoptera (Latr.) m. (Geradflügler).

Alata Retzius 1783 pp., Pterophora Clairv. 1798 pp., Elythroptera Latr. 1806 pp., Tetraptera isomorpha Newm. 1834 pp., Gymnognatha, Hemimetabola Burm. 1835 pp., Heterometabola Pack. 1863 pp., Schizothoraca Schoch 1884 pp., Exopterygota Sharp. 1899 pp., *Orthopteroidea* Handl. 1903, Homoiothoraka Klap. 1904 pp., Hemimetabola Börn. 1904 pp., Metapterygota Börn. 1909 pp.

Hierher rechne ich die palaeozoischen *Protorthoptera* und von heute lebenden Formen die Ordnungen *Saltatoria, Phasmida, Dermaptera, Diploglossata* und *Thysanoptera*, die jedenfalls eine natürliche, monophyletische Gruppe bilden, morphologisch jedoch kaum einheitlich zu definieren sind. Zur Ausbildung einer echten Holometabolie mit ruhendem Puppenstadium ist es nicht gekommen. Ursprüngliche Wasserbewohner fehlen und nur wenige Formen haben sich sekundär dem Wasserleben angepaßt. Die normal kauenden Mundorgane haben sich nur in einer Richtung in saugende umgewandelt (Physopoden), sind aber sonst sehr gleichartig geblieben. Die Hüften sind nie stark vergrößert, das 1. Thoraxsegment frei, die beiden anderen fest verbunden. ♀ meistens mit gut ausgebildetem, wenn auch kurzem Legebohrer. Fühler und Beine immer gut ausgebildet.

Ordnung: Saltatoria Latr. (Heuschrecken).

Coleoptera L. 1758 pp., Hemiptera L. 1767 pp., Dermaptera Deg. 1773 pp., Ulonata Fabr. 1775 pp., Grylloides Laich. 1781 pp., Vaginata Retz. 1783 pp., Orthoptères Oliv. 1789 pp., Orthoptera Latr. 1796, Olivier 1811 pp., Deratoptera, Mandibulata Clairv. 1798 pp., *Saltatoria* Latr. 1817, Plectaeoda Billb. 1820 pp., Dacnostomata Westw. 1839 pp., Neuroptera pp., Gryllidae pp. Swains. 1840, Gnathostomata, Dexioglossata, Phoryperognatha, Omalognatha Spin. 1850 pp., Orthoptera genuina, Pleuropoda Fieb. 1853 pp., *Orthoptera saltatoria* Gerst. 1863, Heterometabola Pack. 1863 pp., Elythroptera Dana 1864 pp., Masticantia, Tocoptera Haeckel 1866 pp., Phyloptera Pack. 1883 pp., Orthoptera heteroneura Brauer 1885 pp., Mordentia, Grylloptera Haeckel 1896 pp., Colotarsia Bordas 1897 pp., Heteroneura Enderl. 1903 pp., Diplomerata Börner 1904 pp., Euorthptera Burr 1913 pp., Plecopteradelphia: Panorthoptoptera Crampft. 1917 pp.

Mittelgroße oder große, im reifen Zustande mit Flugorganen oder Flügelrudimenten versehene, seltener gänzlich flügellose Landtiere. Kopf meist ausgesprochen vertikal gestellt, mit breiter Basis aufsitzend und nicht sehr frei beweglich. Fühler immer vielgliedrig. Augen und meist auch 1—3 Ocellen fast immer vorhanden, so wie die Fühler oft in die obere Kopfgegend hinaufgerückt. Clipeus und Oberlippe in der Regel gut begrenzt; die Mandibeln kräftig und zangenartig, meist stark

gezähnt; 1. Maxillen mit 2 kräftigen Kauladen, von denen die äußere meist eine Gliederung erkennen läßt, und mit einem 5gliedrigen Taster; 2. Maxillen bis auf die freien, gut entwickelten 4 Kauladen verwachsen, mit 3gliedrigen Tastern (Fig. 358, 359). Der Körper ist meist mehr oder weniger seitlich zusammengedrückt oder wenigstens von kreisförmigem Durchschnitt, nie ausgesprochen depreß. Die 3 Thoraxsegmente sind nicht ganz verschmolzen, sondern deutlich geschieden, das 2. und 3. aber kaum beweglich; der Prothorax ist stets viel größer als die anderen Ringe und mit einem meist sattelförmig vergrößerten Pronotum versehen. Pleuralplatten und Sternite fast immer gut kenntlich. Flügel auffallend heteronom, die vorderen meistens derb, pergamentartig, die hinteren zarter und typisch mit einem großen fächerartigen Analteile versehen. Das Geäder unterliegt vielfachen Modifikationen, ist aber fast immer sehr deutlich und reich entwickelt und normalerweise mit vielen Queradern versehen. Oft sind die Flügel mehr oder weniger oder ganz reduziert. 3 Beinpaare immer gut entwickelt, ihre Hüften ziemlich klein und an die Seiten gerückt. Vorder- und Mittelbeine meist homonom, zum Laufen geeignet (selten erstere zu Graborganen umgestaltet), die hinteren fast immer als Sprungbeine mit verlängertem und verdicktem Schenkel ausgebildet. 2 Klauen fast immer gut entwickelt. Zahl der Fußglieder 1 bis 5. Abdomen in der Regel groß, mit stark gewölbten Tergiten und Sterniten und weicher Bindehautfalte dazwischen, nicht tubusartig ineinander geschoben. Cerci immer vorhanden, oft ungegliedert. ♀ mit langen oder sehr verkürzten Gonapophysen am 8. und 9. Segment. Styli (Gonopoden) des 9. (♂) oft erhalten. Integument meist nicht sehr fest, mit verschiedenen Skulpturen, Borsten und Haaren, mit grünen, braunen oder bunten Pigmenten. Metallfarben selten.

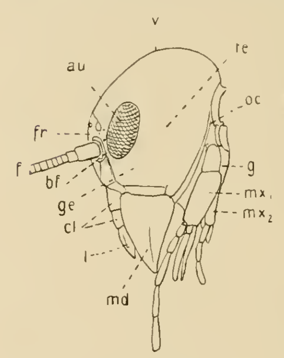


Fig. 358.

Kopf von *Gryllus campestris* L. (Saltatoria). Seitenansicht, etwa × 5. (Original.)

v Scheitel; *te* Schläfen; *ge* Wangen; *oc* Hinterhaupt; *au* Facettenauge; *fr* Stirn; *f* Fühler; *bf* deren Basalstück; *cl* Clipeus; *l* Oberlippe; *md* Mandibel; *g* Kehle; $mx_{1,2}$ 1. und 2. Maxille.

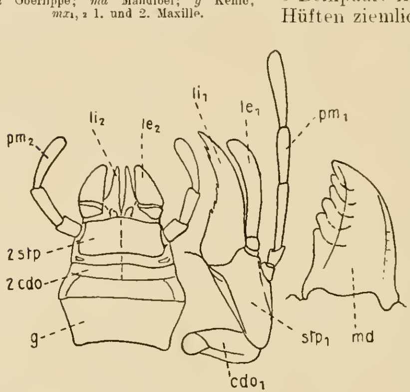


Fig. 359.

Mundteile von *Gryllus campestris* L. (Saltatoria). Ventralansicht, etwa × 8. (Original.)

md Mandibel; *cdo* Cardo; *stp* Stipes; *le* Außenlade; *li* Innenlade; *pm* Taster; *g* Kehle.

In bezug auf ihre äußere Erscheinung sind die Saltatorien sehr mannigfaltig. Es finden sich unter ihnen blatt-, stab- und zweigartige, steinartige, bodenfarbige und sogar ameisenähnliche Typen neben ganz bizarren, bunten und unscheinbaren.

Das Nervensystem ist im Abdomen auf etwa 5 Ganglienknoten reduziert. Tracheen reich entwickelt, jederseits 2—3 Längsstämme mit Queranastomosen und meist auch Blasen. 2 thorakale und 8 abdominale Stigmenpaare. Darm gut entwickelt; Kropf und oft auch ein Kaumagen mit Chitingebilden gesondert; Mitteldarm mit 2 oder mehr Blindsäcken; Dünndarm meist lang und in verschiedene Abschnitte gegliedert; Enddarm groß; Malpighische Gefäße in großer Zahl, lang und in verschiedener Weise gruppiert. Ovarien paarig mit zahlreichen panoistischen entweder in einem Bündel oder unilateral angeordneten Tuben. Hoden getrennt oder oben verbunden.

Die Jugendformen sind den erwachsenen ähnlich, durchlaufen kein Ruhestadium und entwickeln ihre Flügel im Laufe mehrerer Häutungen. Sie haben fast ausnahmslos auch ähnliche Lebensweise wie die Imagines, die z. T. von Pflanzen, z. T. von Insekten leben und sich entweder auf dem Boden oder auf allerlei Pflanzen aufhalten, manchmal auch in der Erde graben oder in Höhlen und sonstigen Schlupfwinkeln leben. Vereinzelte Arten können auch auf das Wasser gehen und selbst tauchen.

Bestimmungstabelle der Unterordnungen, Familien usw.

1. Tarsen mit 5 Gliedern. Cerci lang, vielgliedrig. Fühler lang, vielgliedrig. ♀ mit langer Legescheide. Hinterbeine nur wenig verlängert. Flügellos. Vorderschienen und Hinterleibsbasis ohne Gehörapparat. . . . . Überfamilie: *Grylloblattidae.*
   — mit weniger als 5 Gliedern. . . . . 2.
2. Tarsen der Mittel- und Hinterbeine 4gliedrig, sehr selten die Glieder 1 und 2 nur undeutlich geschieden.
   Unterordnung: *Locustariae.* 3.
   — — — — — höchstens 3gliedrig . . . . 23.
3. Vorderschienen ohne Gehörorgan . . . . 4.
   — mit offenem oder mehr oder weniger überdecktem Gehörorgan. . . . . 6.
4. Von sehr schlankem, stabförmigem Bau, mit sehr dünnen langen Beinen. Völlig flügellos, mit mehr horizontal gestelltem Kopf und langer Legescheide. ♀ . . . . Familie: *Phasmodidae.*
   Nicht stabförmig. Kopf ausgesprochen vertikal. Flügel oft vorhanden. ♀ mit Legescheide . . . . 5.
5. Tarsen deutlich depreß, meist stark gelappt.
   Familie: *Gryllacridae.*
   — kompreß, oder drehrund, schlank.
   Familie: *Stenopelmatidae.* 20.
6. Tarsen kompreß oder drehrund. Familie: *Stenopelmatidae.* 22.
   Tarsen depreß. . . . . Familie: *Locustidae.*
7. Fühler zwischen den Augen inseriert, näher dem Scheitel als dem Clipeus. . . . . 8.
   — unter den Augen oder in der Höhe des unteren Augenendes, näher dem Clipeus als dem Scheitel. . . . . 18.

8. 1. und 2. Tarsenglied an den Seiten glatt, ohne Furche. Hinterschienen oben jederseits mit Apikaldorn.
Unterfamilie: *Phaneropterinae.*
— — — — — — — mit Furche . . . . 9.
9. 1. Glied der Hintertarsen unten mit großem, frei abstehendem Sohlenanhang. Vorderschienen oben außen mit Enddorn.
Unterfamilie: *Decticinae.*
— — — — — ohne oder nur mit kleinem Anhang. . . . 10.
10. Kopf mehr horizontal, prognath. Körper schlank, mit dünnen Beinen, ♂ und ♀ geflügelt. Gehörorgan der Vorderschienen unbedeckt (offen). Hinterschienen oben ohne Enddornen.
Unterfamilie: *Zaprochilinae.*
— ausgesprochen vertikal. Auch sonst verschieden. . . . 11.
11. Pronotum eigenartig: vergrößert, oben ganz abgeflacht und an den Kanten gezähnt (Fig. 363). Prosternum bewehrt.
Unterfamilie: *Phyllophorinae.*
Pronotum normal oder anders ausgezeichnet, oder das Prosternum unbewehrt . . . . 12.
12. Prosternum mit 2 Dornen oder Höckern. Gehörorgan offen, nicht überdeckt. . . . . Unterfamilie: *Mecopodinae.*
— unbewehrt. . . . . 13.
13. Fühlergruben stark vorspringend — gerandet. Vorderschienen oben ohne Seitendornen am Ende. Unterfamilie: *Pseudophyllinae.*
— nicht oder schwach gerandet. . . . . 14.
14. Hinterschienen oben ohne Enddornen. Unterfamilie: *Saginae.*
— — an einer oder an beiden Seiten mit Enddornen. . . . 15.
15. Hinterschienen oben nur mit äußerem Enddorn. ♂ mit sehr großem Zirporgan. . . . . Unterfamilie: *Tympanophorinae.*
— — beiderseits oder nur innen mit Enddorn. . . . . . 16.
16. Vorderschienen oben ohne Enddornen. . . . . 17.
— — mit äußerem Enddorn. . . Unterfamilie: *Locustinae.*
17. Gehörorgane offen. Hinterschienen oben jederseits mit Enddorn. Stirn über den Fühlern ohne Fortsatz.
Unterfamilie: *Meconeminae.*
— selten ganz offen, meist spaltförmig und mehr oder weniger überdeckt. Hinterschienen manchmal oben nur mit einem Dorn an der Innenseite, selten ohne Dorn. Stirn fast immer mit gut entwickeltem Fortsatz über den Fühlern.
Unterfamilie: *Conocephalinae.*
18. 3. Glied der Hintertarsen von der Seite gesehen deutlich kürzer als das 2.; Vorder- und Hinterschienen oben beiderseits mit Enddornen. . . . . Unterfamilie: *Bradyporinae.*
— — — — — — — — länger als das 2.; Vorderschienen oben an der Innenseite mit Dorn. Hinterschienen oben an der Außenseite ohne Dorn. . . . . 19.
19. Fühler zwischen den unteren Augenrändern inseriert. Pronotum unbewehrt. Wenn Flügelreste vorhanden, dann bei ♂ und ♀ mit Zirporgan. . . . . Unterfamilie: *Ephippigerinae.*
— deutlich tiefer als der Unterrand der Augen inseriert. Pronotum an den Seiten bedornt oder mit Warzen versehen.
Unterfamilie: *Hetrodinae.*

20. Hinterschenkel unter der Insertionsstelle stärker eckig vorgewölbt. Beine im allgemeinen schlanker und länger.
Familie: *Stenopelmatidae.* Unterfamilie: *Rhaphidophorinae.*
— über der Insertionsstelle stärker eckig vorgewölbt. Beine fast immer ziemlich gedrungen. . . . . 21.
21. Vorderhüften unbewehrt. . . Unterfamilie: *Stenopelmatinae.*
— vorne mit einem Dornfortsatze.
Unterfamilie: *Mimnerminae.*
22. Glied 1 und 2 der Tarsen undeutlich geschieden. Cerci kurz. Flügel mit symmetrischem Zirporgan.
Unterfamilie: *Prophalangopsinae.*
— — — — — — deutlich geschieden. Cerci verlängert. Flügel meist fehlend. . . . . Unterfamilie: *Anostostominae.*
23. Hintertarsen zu einem einfachen, zwischen zwei langen Anhängen der Schiene liegenden Zäpfchen reduziert. Vorder- und Mitteltarsen mit kurzem, oben ausgehöhltem Grundglied und langem, nach oben schlagbarem Endglied. Fühler aus höchstens 12 Gliedern bestehend, verkürzt. Vorderflügel auf kleine Decken reduziert, Hinterflügel, wenn voll entwickelt, mit großem gefalteten Fächer. . . . . .Überfamilie: *Tridactylidae.*
Mittel- und Hintertarsen normal, dreigliedrig oder selten zweigliedrig, dann aber die Beine sehr kurz und breit, die vorderen maulwurfähnlich. Fühler meist mit mehr als 10, oft mit sehr vielen Gliedern, selten mit geringerer Zahl. . . . . 24.
24. Vorderbeine „maulwurfähnlich", stark verbreitert, mit nach vorn gekehrten Lappen der Schenkel und Schienen. Pronotum stark vergrößert, abgerundet.
Überfamilie: *Gryllodea.* Familie: *Gryllotalpidae.* 25.
— nie maulwurfähnlich, normal oder höchstens stärker bewehrt als die mittleren. Pronotum anders. . . . . 26.
25. Tarsen der Mittel- und Hinterbeine normal, dreigliedrig. Vorderschienen mit Gehörorgan. Cerci lang. Flügel meist vorhanden, wenn auch verkürzt. Fühler vielgliedrig, lang.
Unterfamilie: *Gryllotalpinae.*
— — — — — zweigliedrig. Vorderschienen ohne Gehörorgan. Cerci sehr kurz. Flügel fehlen. Fühler kurz, mit wenigen Gliedern. . . . . Unterfamilie: *Cylindrachetinae.*
26. Fühler mit sehr vielen, immer mehr als 30 kurzen Gliedern. ♀ mit Zirporgan, an den beiden Vorderflügeln (wenn vorhanden). Gehörorgan an den Vorderschienen. ♀ mit vorragender, meist langer Legescheide und langen Cerci.
Überfamilie: *Gryllodea.* Familie: *Gryllidae.* 27.
— — einer geringeren Zahl von Gliedern: meist unter 25, nie mehr als 30. ♀ Legescheide nie verlängert. Zirporgane, wenn vorhanden, an den Seiten der Hinterschenkel, die gegen die Vorderflügel oder gewisse Stellen des Hinterleibs reiben. Gehörorgan, wenn vorhanden, an den Seiten der Hinterleibsbasis.
Unterordnung: *Acrydiodea.* 32.
27. Hinterschienen verbreitert, mit einigen kräftigen Dornen. Schenkel sehr kurz und dick. Fühler relativ dick und kurz. Sehr kleine ungeflügelte Tierchen. Ameisengäste.
(Familie: *Gryllidae.*) Unterfamilie: *Myrmecophilinae.*
— normal. Größere Tiere mit sehr schlanken Fühlern. . . 28.

28. Hinterschienen mit 2 Reihen kurzer Sägezähne, ohne Dornen. Unterfamilie: *Mogoplistinae.*
— nur mit Reihen langer Dornen oder mit Dornen und Sägezähnen. . . . . 29.
29. 2. Glied der Tarsen sehr klein, kompreß. . . . . 30.
— — — — herzförmig, depreß. . . . . 31.
30. Hinterschienen mit zwei Reihen von Dornen und Zähnen. Lichte, zarte Tiere; auf Pflanzen lebend. Unterfamilie: *Oecanthinae.*
— nur mit Dornreihen, ohne Sägezähne. Unterfamilie: *Gryllinae.*
31. Hinterschienen nur mit Dornen, nicht gesägt. Unterfamilie: *Trigonidiinae.*
— mit Reihen von Dornen und Sägezähnen. Unterfamilie: *Eneopterinae.*
32. Pronotum vergrößert, dachartig über den ganzen Körper ausgedehnt. Füße ohne Pulvillen zwischen den Klauen. Vorderflügel lappenartig verkürzt. Fühler länger als die Vorderschenkel. Meist unscheinbar gefärbte Tiere von mäßiger Größe, ohne Zirporgan. . . . . Familie: *Tettigidae.*
— nicht oder nicht so stark vergrößert; wenn ausnahmsweise einen größeren Teil des Körpers bedeckend, dann die Klauen mit Pulvillen oder die Fühler kürzer als die Schenkel der Vorderbeine, oder sonst stark verschieden. . . . . 33.
33. Sehr schlanke, stabförmige Tiere mit langen, dünnen Beinen. Der Kopf in eine Spitze ausgezogen, an der die Augen und distal davon die Fühler liegen, die deutlich kürzer sind als die Vorderschenkel. Prothorax lang, zylindrisch, nicht über das folgende Segment greifend. Fast immer ungeflügelt und ohne Zirp- und Gehörorgan. . . . . Familie: *Proscopidae.*
Nicht stabförmig, oder sonst sehr verschieden. . . . . . 34.
34. Hinterbeine von den Mittelbeinen nicht sehr auffallend verschieden, ihre Schenkel relativ kurz und nicht stark erweitert. Gesicht flach und breit, die Stirne nie vorgetürmt. ♂ mit blasenartig aufgetriebenem Hinterleib, an dessen Seite nahe der Basis eine vertikale gerillte Leiste liegt, über welche eine kurze Kante der Innenseite der Hinterschenkel gleitet (als Zirporgan). Basis des Abdomens ohne deutlich begrenzte Gehörtrommel. Pronotum namentlich beim ♀ vergrößert und nach hinten mehr oder weniger weit übergreifend. . . . . Familie: *Pneumoridae.*
— von den Mittelbeinen auffallend verschieden, entweder mit viel breiteren oder viel längeren keulenförmigen Schenkeln. Wenn Zirporgane vorhanden, dann ganz anders gebaut: Eine bezahnte oder beborstete „Schrilleiste" an der Innenfläche der Schenkel gleitet über eine Flügelrippe oder es sind ausnahmsweise auch an der Basis des Abdomens und der Hinterbeine Reiborgane vorhanden. . . . . Familie: *Acrydiidae.* 35.
35. Prosternum unbewehrt. . . . . 36.
— entweder vorn mit aufgerichteter Lamelle oder unregelmäßig aufgeschwollen oder mit Fortsätzen versehen. . . . . . . 39.
36. Fühler sehr kurz, kürzer als die Vorderschenkel, weder keulenförmig, noch gesägt oder dreikantig. Der Kopf vorn abgeflacht und die Fühler nicht auf einen Fortsatz des Kopfes nach vorn verschoben. Weder Zirp- noch Gehörorgane zu sehen. . . 37.
— länger als die Vorderschenkel. . . . . 38.

37. Pronotum stark kompreß, nach oben kantig vorspringend.
Unterfamilie: *Choroetypinae.*
— nicht stark zusammengedrückt, meist oben flach.
Unterfamilie: *Eumastacinae.*
38. Stirne und Scheitel bilden, von der Seite gesehen, einen oft sehr stark vorspringenden Winkel. Ist dieser weniger deutlich, so sind die Scheitelgrübchen deutlich ausgeprägt oder die Costalfelder der Vorderflügel durch regelmäßige Queradern genetzt.
Unterfamilie: *Truxalinae et? Psednurinae.*
— — — — — keinen deutlichen Winkel, sondern gehen mehr gerundet ineinander über. In zweifelhaften Fällen sind die Costalfelder unregelmäßig genetzt und die Scheitelgrübchen verwischt.
Unterfamilie: *Oedipodinae et? Gomphomastacinae.*
39. Stirne sehr stark nach unten geneigt, mit dem Scheitel einen Winkel bildend. Scheitelgrübchen ganz flach, den vorderen Teil des Scheitels einnehmend und bis zu dessen Rand reichend, fast nur durch die Skulptur zu erkennen, durch eine feine Strieme geschieden oder überhaupt sehr undeutlich. Prosternum meist vorn aufgebogen. . . . . . Unterfamilie: *Pyrgomorphinae.*
— weniger deutlich geneigt, mit dem Scheitel meist keinen so deutlichen Winkel bildend. Scheitelgrübchen nicht den Vorderrand des Scheitels bildend, nach oben oder nach den Seiten oder nach unten gekehrt oder verwischt. Prosternum mit Kropf, Dorn oder Höcker. . . . . 40.
40. Scheitelgrübchen nach oben gekehrt, nach hinten offen. Prosternum mit Kropf, seltener mit Dorn. Unterfamilie:
Pamphaginae.
— nach den Seiten oder nach unten gekehrt, hinten offen oder auch ganz verwischt. Prosternum mit deutlichem Dorn oder Höcker. . . . . Unterfamilie: *Acrydiinae.*

In bezug auf die Stammesgeschichte der in obiger Tabelle genannten Gruppen scheint mir festzustehen, daß die heute bestehenden Familien nicht voneinander, sondern von noch ursprünglicheren, aus den palaeozoischen Protorthopteren hervorgegangenen Typen abstammen. Solche lebten sicher im unteren Mesozoikum und stimmten in vielen Punkten mit den uns bereits bekannten Locustopsiden und Elcaniden in mancher Beziehung überein, so z. B. in dem Fehlen der Stridulations- und Gehörorgane. Einerseits entwickelten sich aus ihnen die Mitglieder der Locustoidea, andererseits die Acrydiodea. Die Gryllacriden dürften Reste ursprünglich stummer Formen sein, die Stenopelmatiden vielleicht sekundär stumm. Die Tridactyliden gehen wohl weder auf Acrydiodeen noch auf Locustarien zurück, sondern auf noch stumme Urformen; die Gryllotalpiden dagegen wohl auf Grylliden. Die phylogenetische Stellung der Grylloblattiden ist noch zweifelhaft.

Unterordnung: Locustoidea (Handl. 1903) m.

Locustinae Swains. 1840, *Tettigonioidea* Karny 1903.

Stridulationsorgane, wenn vorhanden, in der Cubito-Analgegend der beiden übereinandergelagerten Vorderflügel (cf. Vol. I, S. 66, 67, F. 4—7). Gehörorgane, wenn vorhanden, nahe der Basis der Vorderschienen. ♀ mit (selten reduziertem) Legebohrer. Tarsen 3- oder 4-

gliedrig, selten 5-, 2- oder 1gliedrig. Fühler meistens lang und vielgliedrig. Die Vorderflügel zeigen ein Präcostalfeld, die hinteren einen mehr oder weniger mächtig entwickelten Analfächer. Darm mit Kropf und Kaumagen.

Überfamilie: Locustariae Latr.

Locustariae Latr. 1802, *Locustaedes* Billb., *Locustides* Leach 1815, *Gryllina* McLeay 1819, *Gryllidae* Steph. 1829, *Locustoria* Burm. 1829, *Locustina* Burm. 1838, *Locustodea* Brunner 1882, *Locustides* Sharp. 1895, *Locustidi* Acloque 1897, *Tettigoniidae* Karny 1903, *Phasgonuridae* Kirby 1906, *Locustidae* Handl. 1906.

Tarsen 4gliedrig. Fühler immer lang mit mehr als 30 Gliedern. ♀ Legescheide aus 3 Paaren bestehend. Teils phytophag, teils carnivor.

Familie: Locustidae (Burm.) m. (Laubheuschrecken).

Hierher rechne ich jene Locustarien, welche depresse Tarsen, Gehörorgane der Vorderschienen (Fig. 362) und fast immer, wenn Flügel vorhanden, im ♂, oft auch im ♀ Geschlechte ein typisches Zirporgan

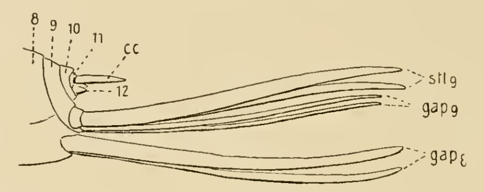


Fig. 360.
Hinterende einer weiblichen *Locusta* (Locustidae). Seitenansicht. × 3. (Original.) *8–12* die Segmente; *cc* Cerci; *gap8, 9* Gonapophysen; *stl9* Styli des 9. Segmentes (das 3. Anhangpaar).

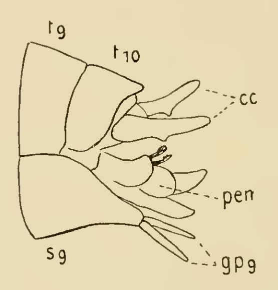


Fig. 361.
Hinterende einer männlichen *Locusta*. Seitenansicht. × 6. (Original.)
9, 10 die Segmente; *cc* Cerci; *gp* Gonopoden Styli; *pen* Penis.

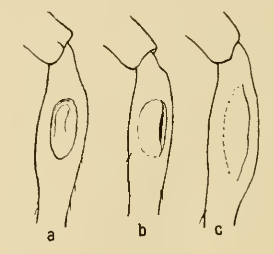


Fig. 362.
Gehörorgane von verschiedenen Locustiden Type a „offen", b „muschelförmig oder halb geschlossen", c „geschlossen". (Original.) Stark vergr.

besitzen. Das ♀ zeigt 3 Paare von Anhängen in der Legescheide, das ♂ Styli des 9. Segmentes (Fig. 360, 361). Die überwiegende Zahl der Arten ist grün gefärbt und sehr viele haben geradezu blattartiges Aussehen. Es sind über 3500 Arten beschrieben, welche auf ungefähr 700 (!) Genera verteilt werden. In den rein arktischen und antarktischen

Gebieten fehlt die Gruppe, in den kälter-gemäßigten ist sie schwach, in den heißen Gebieten am stärksten vertreten. Es entfallen auf die palaearktische Region etwa 650, auf die indomalayische etwa 600, auf die australische mit Ozeanien 310, auf die afrikanische 600, auf die nearktische 270 und auf die neotropische 1150. Auffallend groß scheint die Zahl der tropisch-amerikanischen (ca. 1000) Formen zu sein.

Unterfamilie: Phaneropterinae Sauss.

Phaneropteridae Burm. 1838 pp., Camptoxiphae Serv. 1839, Phyllophoridae Stål. 1874 pp., *Phaneropteridae* Brunner 1878, *Phaneropterides* Sharp. 1895, *Phaneropterinae* Sauss. 1879, *Phaneropterini* Redt. 1900, *Phaneropterinae* Kirby 1906.

Die Genera *Orphania* Fischer, *Poecilemon* Fischer, *Isophya* Brunner, *Elimaea* Stål, *Arantia* Stål, *Caecidia* Stål, *Holochlora* Stål, *Phaneroptera* Serv., *Euryeorypha* Stål, *Anaulacomera* Stål, *Phylloptera* Serv., *Orphus* Sauss. und sehr viele andere, von denen viele wohl keine Berechtigung haben. Über 1200 Arten aus allen Faunengebieten; wohl die formenreichste Unterfamilie. Die zahlreichen von Brunner u. a. aufgestellten Untergruppen haben zum Teil wohl geringen systematischen Wert und können daher hier übergangen werden. Auffallend viele „blattähnliche" Typen. Jugendformen manchmal ameisenähnlich. Nur ♂ mit Zirporgan.

Unterfamilie: Meconeminae Kirby.

Meconemidae Burm. 1838, Brunner 1878, Orthoxiphae Serv. 1839 pp., Phyllophoridae St l 1874 pp., *Meconemides* Sharp. 1895, *Meconemini* Redt. 1900, *Meconematidae* Jac. u. Bianchi 1905, *Meconeminae* Kirby 1906.

Eine kleine Gruppe von kaum 30 Arten, die sich auf den europäisch-asiatischen und afrikanischen Kontinent verteilen. Scheint im malayischen, australischen und amerikanischen Gebiete zu fehlen. Die Gattung *Meconema* Serv. und einige andere. Stridulationsorgane meist verkümmert. Vorwiegend kleine Tiere.

Unterfamilie: Phyllophorinae Kirby.

Phaneropteridae Burm. 1838 pp., Orthoxiphae Serv. 1839 pp., Phyllophoridae Stål 1874 pp., *Phyllophorinae* Kirby 1906.

Auch eine kleine, durch den kapuzenartigen Prothorax auffallende Gruppe (Fig. 363) von kaum 30 Arten, fast alle aus dem malayisch-papuanischen Gebiete. Die auffallenden Gattungen *Sasima* Bol., *Hyperhomala* Serv., *Phyllophora* Thunb. Durch die Form des Pronotum auffallend, meist blattartige große Tiere.

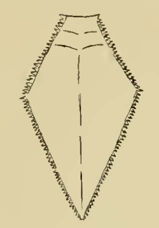


Fig. 363. Pronotum einer Phyllophorine (Locustidae). Schematisch, etwas vergr. (Original.)

Unterfamilie: Mecopodinae Kirby.

Phaneropteridae Burm. 1838 pp., Orthoxiphae Serv. 1839 pp., Phyllophoridae Stål 1874 pp., *Mecopodidae* Brunner 1878, *Mecopodides* Sharp. 1895, *Mecopodinae* Kirby 1906.

Gleichfalls nicht sehr formenreich. Es dürften etwa 50 Genera mit kaum 100 Arten bekannt sein, die sich auf das indomalayische, australische und afrikanische Gebiet verteilen. Auch in Südamerika scheint die Gruppe vorzukommen, in Nordamerika und im palae-

arktischen Gebiet scheint sie ganz zu fehlen. Die Genera *Mecopoda* Serv., *Segestes* Stål, *Corycus* Sauss. und eine ganze Reihe meist monotypischer und minderwertiger Gattungen.

Unterfamilie: Zaprochilinae m.

Prochilidae Brunner 1878, Prochilides Sharp. 1895 pp., Prochilinae Kirby 1906 pp., Phasmodinae Caudell 1911 pp.

Die australische Gattung *Zaprochilus* Caud. (= *Prochilus* Brullé) mit einer Art. (Die Gattung *Phasmodes* Westw. rechne ich nicht hierher). Durch den schmalen Bau auffallend. Zirporgane gut entwickelt.

Unterfamilie: Pseudophyllinae Sauss.

Pseudophyllidae Burm. 1838, Stål 1873, Brunner 1878, Camptoxiphae Serv. 1839 pp., *Pseudophyllides* Sharp. 1895, *Pseudophyllinae* Sauss. 1898, Kirby 1906.

Hierher gehören die prächtigsten blattartigen Formen (Fig. 364, 365) mit oft ganz merkwürdig spezialisierten Flügeln. Mit über 650 Arten, die auf über 150 Gattungen verteilt werden, wohl die zweitgrößte Unterabteilung der Familie. Weitaus am reichsten im tropischen Amerika, dann im indiomalayschen Gebiete, viel schwächer im tropischen Afrika und nur durch einzelne Formen im südlichen Nordamerika und in Australien vertreten. Im palaearktischen Gebiete scheint sie heute zu fehlen. Die Genera *Pseudophyllus* Serv., *Phyllominus* Stål, *Cymatomera* Schaum., *Lichenochrus* Karsch, *Bliastes* Stål, *Cocconotus* Stål, *Tanusia* Stål, *Mimetica* Pict. und viele andere, die meist nur auf einige wenige Arten begründet sind. Auf die zahlreichen von Brunner und Saussure unterschiedenen Untergruppen will ich hier nicht eingehen.

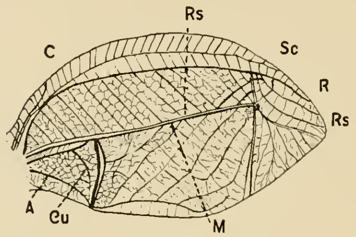


Fig. 364.
Vorderflügel von *Tympanoptera extraordinaria* Br. ♂ (Pseudophyllinae). Nat. Gr. (Original). Bezeichnung der Adern wie üblich.

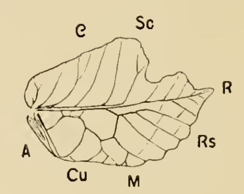


Fig. 365.
Vorderflügel von *Mimetica mortuifolia* Pict. (Pseudophyllinae). Nat. Gr. (Original.)

Unterfamilie: Conocephalinae Sauss.

Locustidae pp. + Conocephalidae Burm. 1838, Orthoxiphae Serv. 1839 pp., *Conocephalidae* Stål 1874 pp., Brunner 1878, *Conocephalides* Sharp. 1895, *Conocephalinae* Sauss. 1898, *Conocephalini* Redt. 1900, Conocephalinae + Eumegalodontinae + Listroscelinae + Xiphidiinae + Salomoninae + Agroeciinae Kirby 1906, Listroscelinae + Conocephalinae + Agraeciinae + Copiphorinae Caudell 1911, Karny 1912.

Die von den Autoren unterschiedenen Untergruppen scheinen morphologisch und jedenfalls auch phylogenetisch nicht hinlänglich

begründet zu sein. Es werden über 800 Arten genannt, die sich auf ungefähr 130 Genera verteilen. Mit Ausnahme der rein arktischen und antarktischen Gebiete ist die Gruppe in allen Faunengebieten vertreten, in den heißen entschieden stärker als in den gemäßigten. Palaearktisch sind etwa 50, indomalayisch 220, papuanisch-australisch 75, afrikanisch 120, nearktisch 70 und neotropisch 300. Die Gruppe enthält vielleicht die ursprünglichsten von den rezenten Locustiden und ist nicht so ausgesprochen blattartig spezialisiert. Es gibt aber doch neben braunen auch viele grüne Formen. Am auffallendsten sind die

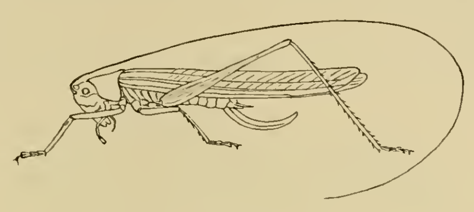


Fig. 366.
Orchelimum senegalense Krauß. (Conocephalinae). Etwas vergr. (Nach Karny.)

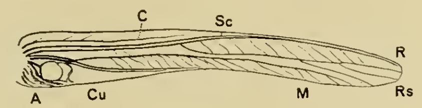


Fig. 367.
Vorderflügel von *Conocephalus gracilis* Br. ♂. (Conocephalinae). Vergr. (Original.)

Stirnfortsätze und die Bedornung der Beine. Die Genera *Salomona* Blanch., *Copiphora* Serv., *Conocephalus* Serv., *Agroecia* Serv., *Orchelimum* Serv., *Xiphidium* Burm., *Hexacentrus* Serv., *Listroscelis* Serv. und viele andere (Fig. 366. 367).

Unterfamilie: Tympanophorinae Kirby.

Tympanophoridae Brunner 1893, *Tympanophorides* Sharp. 1895, *Tympanophorinae* Kirby 1906, Candell 1911.

Eine kleine Gruppe mit zwei Arten der malayischen und australischen Region. Stimmorgan auffallend groß. *Tympanophora* White.

Unterfamilie: Saginae Kirby.

Locustidae Burm. 1838 pp., Orthoxiphae Serv. 1839 pp., Conocephalidae Stål 1874 pp., *Sagidae* Brunner 1878, *Sagides* Sharp. 1895, *Sagini* Redt. 1900, *Saginae* Kirby 1906.

Vorwiegend flügellose große Tiere mit auffallend bedornten Beinen. Die Gattung *Saga* Charp. und etwa 10 andere. Es sind kaum viel mehr als 30 Arten bekannt, von denen mehr als die Hälfte auf die südlichen Teile der palaearktischen Region entfällt. Etwa 10 Arten stammen aus Südafrika, 5 aus Australien und einige aus dem indomalayischen Gebiet. In Amerika scheint die Gruppe zu fehlen.

Unterfamilie: Locustinae (Swains.) m.

Locustidae Burm. 1838 pp., Orthoxiphae Serv. 1839 pp., Conocephalidae pp. Stål 1874, *Locustidae* Brunner 1878, *Locustini* Redt. 1900, *Phasgonurinae* Kirby 1906.

Eine rein palaearktische Gruppe mit kaum 20 Arten, die sich auf die Gattung *Locusta* Geoffr. (= *Phasgonura* Steph.) und vier andere verteilen. Meist grüne und geflügelte Tiere mit Zirporgan (Fig. 368).

Unterfamilie: Decticinae Kirby.

Locustidae Burm. 1839 pp., Orthoxiphae Serv. 1839 pp., Conocephalidae Stål 1874 pp., *Decticidae* Brunner 1878, *Decticides* Sharp. 1895, *Decticini* Redt. 1900, *Decticinae* Kirby 1906.

Eine Gruppe von über 260 Arten, die sich auf etwa 50 Gattungen verteilen. Vorwiegend Bodenbewohner und oft mit reduzierten Flügeln. Scheinen die ausgesprochen tropischen Gebiete zu meiden. Es ent-

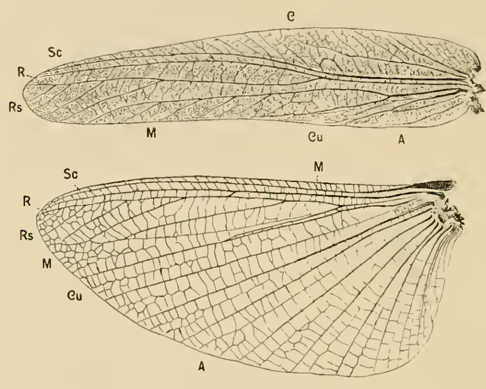


Fig. 368.
Flügel von *Locusta viridissima* L. ♀ (Locustinae). Vergr. (Original.)

fallen auf die palaearktische Region etwa 160 Arten, auf die nearktische etwa 80, auf Australien etwa 10 und auf Südafrika fast ebensoviele. Die Genera *Gampsocleis* Fieb., *Decticus* Serv., *Pholidoptera* Wesm., *Platycleis* Fieb. u. a.

Unterfamilie: Bradyporinae (Kirby) Caudell.

Bradyporidae Burm. 1838 pp., Orthoxiphae Serv. 1839 pp., Phyllophoridae Stål 1874 pp., *Callimenidae* Brunner 1882, *Callimenides* Sharp. 1895, *Deracanthidae* Jac. u. Bianchi 1905, *Bradyporinae* + *Deracanthinae* Kirby 1906, *Bradyporinae* Caudell 1911.

Kaum mehr als 20 Arten, die auf etwa 7 Genera verteilt werden und alle in Südeuropa und Vorderasien vorkommen. Es sind plumpe Tiere mit reduzierten Flugorganen, an denen jedoch die Zirporgane meist gut funktionieren. Schlechte Springer. Genus *Callimenus* Fisch. u. a.

Unterfamilie: Ephippigerinae Caudell.

Bradyporidae Burm. 1838 pp., Orthoxiphae Serv. 1839 pp., Phyllophoridae Stål 1874 pp., *Ephippigeridae* Brunner 1878, *Ephippigerides* Sharp. 1895, *Ephippigerini* Redt. 1900, *Pycnogastrinae* Kirby 1906, *Ephippigerinae* Caudell 1911.

Flugorgane fast immer sehr reduziert, die Reste jedoch oft bei ♂ und ♀ mit Zirporgan. Etwa 100 Arten aus dem Mediterrangebiet, die sich auf etwa 8 Genera verteilen. Einzeln auch bis Mitteleuropa vordringend. Die Genera *Ephippiger* Latr., *Uromenus* Bol., *Steropleurus* Bol., *Pycnogaster* Graells. u. a.

Unterfamilie: Hetrodinae Kirby.

Bradyporidae Burm. 1838 pp., Orthoxiphae Serv. 1839 pp., Phyllophoridae St l 1874 pp., *Hetrodidae* Brunner 1878, *Hetrodides* Sharp. 1895, *Hetrodinae* Kirby 1906.

Durch den stark bewehrten Prothorax ausgezeichnete, meist düster gefärbte Bodentiere, Wüsten- und Steppenbewohner, von denen einige imstande sind, aus den Hüften Blut auszuspritzen. Eine typisch afrikanische Gruppe, die nur noch nach Vorderasien hinüberreicht und in Madagaskar fehlt. Etwa 60 Arten, die auf etwa 15 Genera verteilt werden. *Hetrodes* Fisch., *Acanthoplus* Stål, *Eugaster* Serv. u. a.

? Familie: Phasmodidae (Caudell) m.

Locustidae Auct. pp., Procholinae Kirby 1906 pp., Prochilides Sharp. 1895 pp., Phasmodinae Caudell 1911 pp.

Ich errichte diese Familie auf die monotypische australische Gattung Phasmodes Westw., die sich durch vollkommene Flügellosigkeit (♀), lange Legescheide, sehr dünne lange Beine ohne Gehörorgan und etwas prognathen Kopf auszeichnet. Tarsen 4gliedrig, das 3. Glied herzförmig, die anderen dünn.

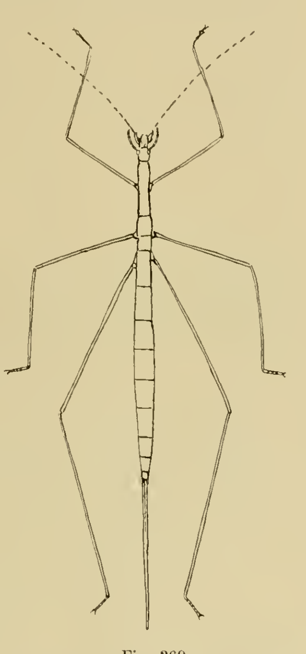


Fig. 369.. *Phasmodes ranatriformis* Westw. ♀ (Phasmodidae). Nat. Gr. (Nach Caudell.)

Familie: Stenopelmatidae Burm. (Höhlenheuschrecken).

Stenopalmatidae Burm. 1838, Macropalpi Serv. 1839 pp., *Stenopelmatides* Sharp. 1895, *Stenopelmatinae* Sauss. 1897, *Stenopelmatini* Redt. 1900.

Fast immer flügellose, düster gefärbte, verborgen und selbst in Höhlen lebende Tiere von oft recht auffallender Form. Fühler immer lang und sehr vielgliedrig. Kopf vertikal gestellt, die Kiefer aber manchmal nach vorn gerichtet und mächtig entwickelt. Vorderschienen meist ohne, seltener mit freiem Gehörorgan. Flügel ohne Zirporgan. Tarsen von rundem Querschnitt oder kompreß, ohne Seitenfurche. Cerci verlängert, ♀ mit mehr oder weniger langer Legescheide, die aus drei Paaren besteht.

Unterfamilie: Prophalangopsinae Caudell 1911.

Nur eine Form aus Indien: Prophalangopsis (= Tarraga). Auffallend durch die großen symmetrischen, mit Zirporgan versehenen Flügel. Gehörorgan deutlich. Cerci kurz. 1. und 2. Glied der Tarsen undeutlich getrennt (teste Uvarov).

Unterfamilie: Anostostominae m.

Anostostomata Brunner 1888, *Anostostomatites* Sauss. 1897, *Anostostomatini* Jac. u. Bianchi 1905, Stenopelmatinae Caud. 1911 pp.

Vorderschienen mit Gehörorgan. Tarsen unten mit Sohlenballen. Basis der Hinterschenkel ober der Insertion eckig vorgewölbt. Beine meist gedrungen. Vorderhüften mit einem Dorn.

Es sind über 60 Arten bekannt, die auf ungefähr 20 Genera verteilt werden. Davon entfallen auf die palaearktische Region etwa 4 nordafrikanische und vorderasiatische, auf das indomalayische und ozeanische Gebiet etwa 8, auf Australien und Neuseeland je etwa 10, auf das äthiopische Gebiet (mit Madagaskar) etwa 14 und auf Zentral- und Südamerika etwa 15. Die Genera *Deinacrida* White, *Anabropsis* Rehn, *Magrettia* Brunn. u. a.

Unterfamilie: Stenopelmatinae (Sauss.) m.

Stenopelmati Brunner 1888, *Stenopelmatites* Sauss. 1897, Stenopelmatinae Caud. 1911 pp.

Vorderschienen ohne Gehörorgan. Tarsen mit Sohlenballen. Basis der Hinterschenkel ober der Insertion eckig vorgewölbt. Beine meist gedrungen. Vorderhüften ohne Dorn.

Etwa 35 Arten, die auf vier Genera verteilt werden. An 30 Arten stammen aus Zentral- und Nordamerika, einzelne aus dem indomalayischen, afrikanischen und chilenischen Gebiete. *Stenopelmatus* Burm. u. a.

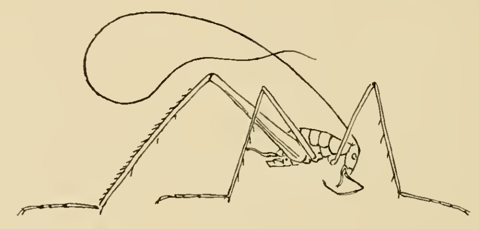


Fig. 370.
Dolichopoda palpata Sulzer ♂. (Stenopelmatidae). Nat. Gr. (Nach Brunner.)

Unterfamilie: Mimnerminae m.

Mimnermi + *Cratomeli* Brunner 1888, *Mimnermites* Sauss. 1897, *Stenopelmatinae* Caud. 1911 pp.

Vorderschienen ohne Gehörorgan. Tarsen mit Sohlenballen. Basis der Hinterschenkel oberhalb der Insertion eckig vorgewölbt. Vorderhüften mit Dorn. Etwa 10 Genera mit 30 Arten, davon etwa 25 aus der äthiopischen, die anderen aus der australischen und chilenisch-patagonischen Region. *Mimnermus* Stål, *Cratomelus* Blanch. u. a.

Unterfamilie: Rhaphidophorinae m.

Rhaphidophorae + *Dolichopodae* + *Ceuthophili* Brunner 1888, *Ceuthophilites* Sauss. 1897, *Rhaphidophorini* + *Dolichopodini* + *Ceutophilini* + *Aemodogryllini* Jac. u. Bianchi 1905.

Eigenartig gestaltete Tiere mit relativ kleinem Körper und sehr langen, oft auch recht dünnen Gliedmaßen. Tarsen fast ausnahmslos stark kompreß und ohne Sohlenballen. Hinterschenkel unter der Insertion eckig vorgewölbt. Vorderschienen ohne Gehörorgan. Etwa 34 Genera mit über 170 Arten, davon etwa 20 palaearktisch, ebensoviele indomalayisch-papuanisch, gegen 30 australisch, hauptsächlich neuseeländisch, etwa 100 nordamerikanisch, 10 zentralamerikanisch und 5 chilenisch-patagonisch. In diese Gruppe gehören die typischen Höhlenheuschrecken der gemäßigten Regionen. *Raphidophora* Serv., *Dolichopoda* Bol., *Ceuthophilus* Scudd.. *Troglophilus* Krauß. u. a. (Fig. 370).

Familie: Gryllacridae Stål. (Gryllakriden).

Locustidae Burm. 1838 pp., Macropalpi Serv. 1839 pp., *Gryllacridae* Stål 1874, Brunner 1888, Gryllacrides Sharp 1895, *Gryllacrinae* Sauss. 1897, *Gryllacrididae* Jac. u. Bianchi 1905.

Kräftig gebaute, geflügelte oder flügellose, vorwiegend braun gefärbte und verborgen lebende Tiere. Fühler immer lang, vielgliedrig. Kopf vertikal gestellt, mit kräftigen Kauwerkzeugen. Vorderschienen ohne Gehörapparat. Tarsen 4 gliedrig, stark depreß, die Glieder stark gelappt und die Lappen oft gelenkig. Flügel mit eigenartigem Geäder, ohne Zirporgan. Sprungbeine gut entwikkelt. Cerci lang. ♀ Legescheide aus drei Paaren. Etwa 20 Gattungen mit über 320 Arten. Davon im östlichen palaearktischen Asien etwa 12, im indomalayisch-ozeanisch-papuanischen Gebiete etwa 160, in Australien 50, im tropischen Afrika etwa 60 und im tropischen Amerika über 30. *Gryllacris* Serv., *Paragryllacris* Brunner, *Eremus* Brunner und andere (Fig. 371).

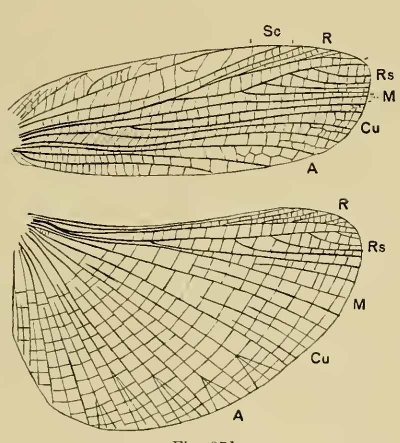


Fig. 371.
Flügel von *Gryllacris tibialis* Serv. (Gryllacridae). Vergr. (Original.)

Überfamilie: Grylloblattidae Walk.

Familie: Grylloblattidae Walk. (Grylloblattiden).

Grylloblattidae Walker 1914.

Eine bisher monotypische Gruppe, deren systematische Stellung noch nicht vollkommen geklärt ist.

Kopf relativ groß, vertikal gestellt, mit kleinen Komplexaugen und kräftigen Orthopterenmundteilen, 5- bzw. 3gliedrigen Tastern. Fühler fadenförmig, mit etwa 25—30 Gliedern. Thoraxsegmente etwas depreß, nicht fest verwachsen. Das Pronotum deutlich größer als das Mesonotum, aber nicht scheibenartig erweitert. Pleuralplatten und Sternite gut entwickelt, aber nicht sehr groß. Hüften relativ groß, die hinteren etwas genähert. Beine kräftig, ohne Gehörorgan, die Hinterschenkel etwas länger, aber nicht sprungbeinartig aussehend. Tarsen 5 gliedrig. Hinterleib mit gut entwickelten gewölbten Tergiten, die nicht übereinandergreifen, und mit großen Sterniten; dazwischen mit weicher Haut. Cerci aus 8 gut geschiedenen Gliedern bestehend, fadenförmig. ♀ mit vorragender, aus 3 Paaren bestehender Legescheide. Die Gattung *Grylloblatta* Walk. mit einer Art aus den Gebirgen Canadas (Fig. 372).

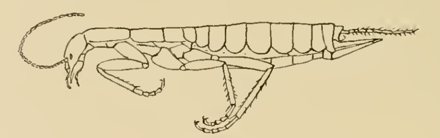


Fig. 372.
Grylloblatta campodeiformis Walk. ♀ (Grylloblattidae). × 2. (Nach Walker.)

Überfamilie: Tridactylidae Brunner.

Familie: Tridactylidae Brunner (Tridactyliden).

Grylliae Latr. 1802 pp., Gryllides Latr. 1807 pp., Achetides, Gryllotalpidae Leach 1815 pp., Achetaedes Billb. 1820 pp., Grylloides Burm. 1829 pp., Gryllodea Burm. 1838 pp., Brunner 1882 pp., *Xyodea* Fieb. 1853, Gryllotalpii pp., *Tridactylites* Sauss. 1877, *Tridactylidae* Brunner 1882, *Tridactylides* Sharp. 1895, Gryllidi Acl. 1897 pp., *Tridactylini* Redt. 1900, Achetidae pp., Curtillinae pp. Kirby 1906.

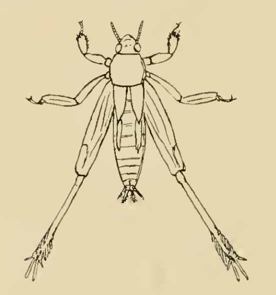


Fig. 373.
Tridactylus variegatus Latr. (Tridactylidae). × 4,5. (Nach Sharp.)

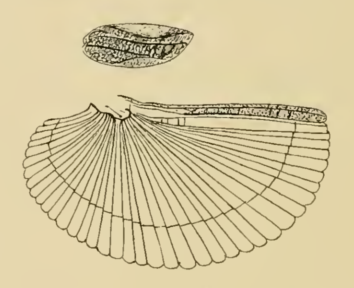


Fig. 374.
Flügel von *Tridactylus sp.* (Tridactylidae). Stark vergr. (Original.)

Kleine Tierchen von meist dunkler, manchmal etwas metallischer Farbe, oft mit lichten Zeichnungen. Kopf schwach geneigt, mit gut entwickelten Orthopterenmundteilen. Fühler fadenförmig, aus höchstens 12 Gliedern bestehend, kurz. Facettaugen gut entwickelt, 3 Ocellen vorhanden. Pronotum groß, mehr oder weniger gewölbt, frei beweglich. Vorderflügel verkürzt, hornig und nur undeutlich die Adern zeigend, ohne

Zirporgan. Hinterflügel mit mächtigem, fein gefaltetem Analfächer. Sterna gut entwickelt, die Hüften ziemlich klein, nicht genähert. Beine relativ kurz, die vorderen mehr oder weniger deutlich als Graborgane kenntlich, ihre Schienen ohne Gehörorgan, meist verbreitert und borstig, Mittelbeine einfach, ihre Tarsen so wie die vorderen sehr zart, mit kurzem, oben ausgehöhltem Grundglied und langem, klauentragenden (2.) Endglied, das nach oben geschlagen wird. Hinterschenkel sehr dick und als gute Springapparate entwickelt, die Schienen schlank, gekrümmt und gegen das Ende zu oft mit beweglichen Läppchen besetzt. Ganz am Ende mit mindestens 2 großen Anhängen, zwischen denen der stark reduzierte Tarsus als einfaches bewegliches Zäpfchen sitzt. Abdomen ziemlich kurz, mit 2gliedrigen Cerci und langen Styli am 9. Segment. ♀ mit wenig vorragender, aus 2 Paaren bestehender Legescheide oder ohne solche. Scheinen meist an Ufern zu leben, können gut graben und springen sowie gelegentlich auch auf dem Wasser laufen. Pflanzenfresser.

Es sind 3 Genera mit zusammen etwa 55 Arten beschrieben, davon 4 mediterran, 1 aus Japan, etwa 15 aus dem indomalayischen, 1 aus dem australischen Gebiet, 6 aus Afrika und etwa je 15 aus dem nearktischen und neotropischen Gebiete. *Tridactylus* Oliv. und *Rhipipteryx* Serv. (Fig. 373, 374).

Überfamilie: Gryllodea (Burm.) m. (Grillen).

Grylliae Latr. 1802 pp., Gryllides Latr. 1807 pp., Achetaedes Billb. 1820 pp., Achetides Leach 1815 pp., Grylloides Burm. 1829 pp., *Achetidae* Steph. 1829, *Achetina*, *Achetites* Newm. 1834, Gryllodea Burm. 1838 pp., Brunner 1882 pp., *Gryllidae* Stål 1875, Gryllidi Acl. 1897 pp., Achetidae Kirby 1906 pp.

Geflügelte oder flügellose, meist unscheinbar gefärbte Tiere mit relativ großem, meist ausgesprochen vertikal gestelltem Kopf und kräftigen Kiefern. Taster 5- bzw. 3gliedrig. Fühler meist lang und vielgliedrig, sehr selten mit geringer Zahl von Gliedern. Facettaugen gut entwickelt. Körper niemals kompreß, meistens von fast rundem Querschnitt oder etwas depreß. Prothorax immer größer als die beiden anderen Segmente, aber selten sehr stark vergrößert. Pleuren gut entwickelt, ebenso die Sterna. Vorderflügel meist viel kürzer als die hinteren, in der Mehrzahl der Fälle beim ♂ mit mächtig entwickeltem Stridulationsorgan. Vorderschienen mit fast immer gut kenntlichem Gehörorgan, Tarsen 3- oder selten 2gliedrig. Hinterbeine fast immer als Sprungorgane entwickelt, selten verkürzt und von den Mittelbeinen nicht stark verschieden. Hinterleib mit gut entwickelten, fast immer ziemlich langen Cerci, bei den ♀ fast immer mit vorragender, aber nur aus 2 Paaren bestehender Legescheide (Fig. 375).

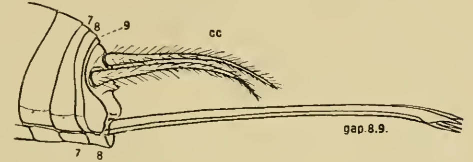


Fig. 375.
Legescheide von *Gryllus sp.* (Gryllidae). × 4. (Original.)
7—9 Segmente; *cc* Cerci; *gap* Gonapophysen (2 Paare).

Die Gryllodeen sind ausgesprochen thermophil, fehlen in den kalten Gebieten und sind auch in den gemäßigten schwach vertreten. Leben von Pflanzen und Tieren. Manche versenken ihre Eier in Pflanzengewebe.

Familie: Gryllidae Sauss.

Achetida Leach 1815, *Gryllidae* Sauss. 1894.

Vorderbeine nicht schaufelartig erweitert, nicht maulwurfartig, Hinterbeine immer von den anderen durch Länge und Form verschieden, Sprungbeine. Tarsen 3gliedrig. ♀ mit gut entwickelter Legescheide. Zirporgane manchmal reduziert (♂). Leben vorwiegend auf dem Boden, seltener auf Gebüsch oder Bäumen. Viele Arten können gut graben oder leben sonst verborgen. Teils phytophag, teils carnivor. Einzelne können sich auch auf oder unter Wasser bewegen.

Unterfamilie: Oecanthinae Sauss.

Hypsallomeni Serv. 1839 pp., *Oecanthii* Sauss. 1877, *Oecanthidae* Brunner 1882, *Oecanthinae* Sauss. 1894, Kirby 1906, *Oecanthides* Sharp. 1895, *Oecanthini* Redt. 1900.

Meist frei auf Pflanzen lebende, vorwiegend blaß gefärbte und nächtliche Tiere von schlankem Bau. Die Hinterschienen mit 2 Reihen kurzer Sägezähnchen, zwischen denen längere Dornen stehen. 2. Glied der Tarsen klein und kompreß (Fig. 376, 377).

Es sind etwa 40 Genera mit zusammen 120 Arten bekannt, davon etwa 3 palaearktisch, 20 indomalayisch-papuanisch, 4 australisch, 40 äthiopisch, 10 nearktisch und 50 neotropisch. Die Genera *Amphiacusta* Sauss., *Endacusta* Brunner, *Phaeophilacris* Walk., *Oecanthus* Serv. u. a.

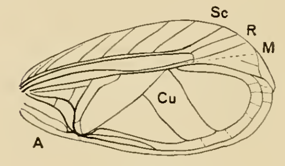


Fig. 376.
Vorderflügel von *Oecanthus niveus* Deg. ♂ (Gryllidae). Stark vergr. (Original.)

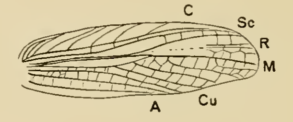


Fig. 377.
Vorderflügel von *Oecanthus niveus* Deg. ♀. Stark vergr. (Original.)

Unterfamilie: Gryllinae Kirby.

Gryllii Sauss. 1877, *Gryllidae*0 Brunner 1882, *Gryllides* Sharp. 1895, *Gryllini* Redt. 1900, *Gryllinae* Kirby 196.

Meist grabende oder verborgen lebende, mehr oder weniger dunkel gefärbte Tiere. Hinterschienen ohne Sägezähne, nur mit Dornreihen. 2. Glied der Tarsen klein, kompreß (Fig. 378, 379).

Etwa 45 Genera mit fast 500 Arten, davon an 100 palaearktisch (vorwiegend mediterran), 140 indomalayisch-papuanisch, 30 australisch, 110 afrikanisch, 30 nord- und 80 süd- und zentralamerikanisch. Die Genera: *Nemobius* Serv., *Gryllus* L., *Acheta* Fabr., *Gryllodes* Sauss. u. v. a.

Unterfamilie: Eneopterinae Sauss.

Hypsallomeni Serv. 1839 pp., *Eneopterii* Sauss. 1877, *Eneopterinae* Sauss. 1894, *Eneopterides* Sharp. 1895, *Eneopteridae* et *Platydactylidae* Jac. u. Bianchi 1905.

Meist düster gefärbte Tiere, bei denen auch die ♂ manchmal kein Zirporgan haben. Hinterschienen mit Reihen von Sägezähnen und Dornen. 2. Glied der Tarsen herzförmig, depreß.

Über 50 Genera mit etwa 280 Arten, von denen nur 5 im palaearktischen (mediterran und östliches Asien), etwa 80 im indomalayischen,

40 im ozeanisch-papuanischen, 15 im australischen, 30 im afrikanischen, 8 im nord- und 100 im zentral- und südamerikanischen Gebiete vorkommen. *Eneoptera* Burm., *Madasumma* Walk., *Orocharis* Uhl., *Podoscirtus* Serv. u. a.

Unterfamilie: Trigonidiinae Kirby.

Trigonidii Sauss. 1877, *Trigonididae* Brunner 1882, *Trigonidinae* Sauss. 1894, *Trigonidiides* Sharp. 1895, *Trigonidini* Redt. 1900, *Trigonidiidae* Jac. u. Bianchi 1905, *Trigonidiinae* Kirby 1906, *Trigonidiinae* + *Stenogryllinae* Chopard 1912.

Vielfach kleine Tiere. Die Hinterschienen ohne Sägezähne, nur mit Reihen von Dornen. 2. Glied der Tarsen herzförmig, depreß. Manche Formen sind imstande, auf dem Wasser zu laufen und sogar zu schwimmen.

Etwa 15 Genera mit über 130 Arten, davon nur etwa 5 palaearktisch (mediterran), über 50 indomalayisch-ozeanisch, 3 australisch, 30 äthiopisch, 4 nord- und 45 zentral- und südamerikanisch. Die Genera *Trigonidium* Ramb., *Paratrigonidium* Brunner, *Cyrtoxipha* Brunner u. a.

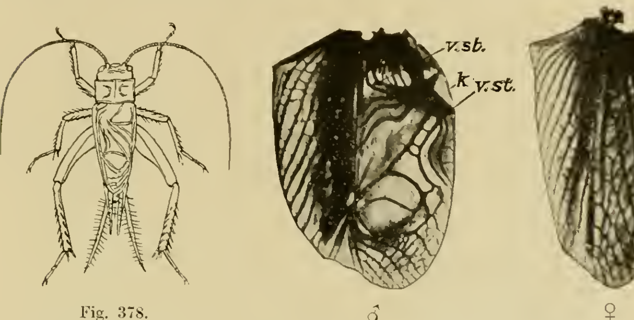


Fig. 378.
Acheta domestica L. ♂ (Gryllidae). × 1,5. (Nach Sharp.)

Fig. 379.
Flügel von *Gryllus campestris* ♂ ♀ (Gryllidae). Vergr. (Nach Prochnow.)

Unterfamilie: Mogoplistinae Chopard.

Myrmecophili Sauss. 1877 pp., *Mogisoplistidae* Brunner 1882, Myrmecophilinae Sauss. 1894 pp., Myrmecophilides Sharp. 1895 pp., Mogisoplistini Redt. 1900, *Mogoplistinae* Chopard 1912, *Mogoplistidae* Burr 1913.

Hinterschienen nur mit 2 Reihen feiner Sägezähne, ohne Dornen. 2. Glied der Tarsen klein, nicht herzförmig.

Etwa 12 Genera mit kaum 80 Arten, davon etwa 8 mediterran, 30 indomalayisch-ozeanisch, 2 australisch, 20 afrikanisch, 5 nordamerikanisch und 15 zentral- und südamerikanisch. *Mogoplistes* Serv., *Ornebius* Guér., *Ectadoderus* Guér. u. a.

Unterfamilie: Myrmecophilinae (Sauss.) m.

Myrmecophili Sauss. 1877 pp., *Myrmecophilidae* Brunner 1882, Myrmecophilinae Sauss. 1894 pp., Kirby 1906 pp., Myrmecophilides Sharp. 1895 pp., *Myrmecophilini* Redt. 1900.

Sehr kleine, merkwürdig gebaute, flügellose Ameisengäste mit mächtig verdickten Hinterschenkeln und verbreiterten, mit einigen kräftigen Dornen besetzten Hinterschienen. 2. Tarsenglied relativ schlank. Fühler relativ kurz und dick.

2 Genera mit etwa 18 Arten, die sich auf alle gemäßigten und warmen Faunengebiete mit Ausnahme des äthiopischen verteilen. *Myrmecophila* Latr.

Familie: Gryllotalpidae Brunner (Maulwurfsgrillen).

Gryllotalpida Leach 1815 pp., *Gryllotalpina* Fieber 1853, Gryllotalpii Sauss. 1877 pp., *Gryllotalpidae* Brunner 1882, *Gryllotalpinae* Sauss. 1894, *Gryllotalpides* Sharp. 1895, *Gryllotalpini* Redt. 1900, *Curtillinae* Kirby 1906.

Vorderbeine schaufelartig erweitert, maulwurfähnliche Graborgane. Hinterschenkel nicht oder nur wenig größer als die mittleren, kaum als Sprungorgane dienend. Tarsen 2–3gliedrig. Prothorax sehr vergrößert, dick, gewölbt und fast walzenförmig. ♀ Gonapophysen nicht vorragend. Geflügelt oder ungflügelt. Cerci lang oder sehr kurz. Unterirdisch lebende Tiere. Pflanzenfresser. Oft schädlich.

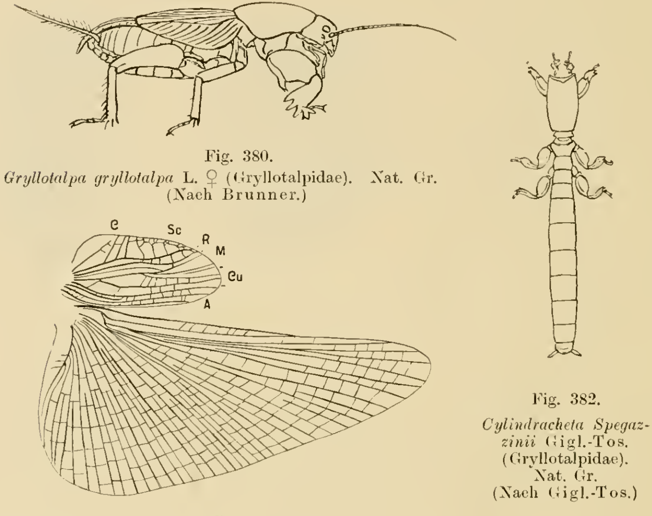


Fig. 380.
Gryllotalpa gryllotalpa L. ♀ (Gryllotalpidae). Nat. Gr. (Nach Brunner.)

Fig. 381.
Flügel von *Gryllotalpa hexadactyla* Perty ♀. Vergr. (Original.)

Fig. 382.
Cylindracheta Spegazzinii Gigl.-Tos. (Gryllotalpidae). Nat. Gr. (Nach Gigl.-Tos.)

Unterfamilie: Gryllotalpinae (Sauss.) m.

Fühler lang, vielgliedrig. Tarsen 3gliedrig. Meist geflügelt, mit Zirporgan an den Vorderflügeln des ♂. Gehörorgan an den Vorderschienen. Cerci lang.

5 Genera mit über 40 Arten, die sich ziemlich gleichmäßig über alle gemäßigten und warmen Gebiete verteilen. Nur in Ozeanien, Neu-

guinea und Madagaskar scheint die Gruppe zu fehlen. *Gryllotalpa* Latr. (= *Curtilla* Oken). *Scapteriscus* Scudd. u. a. (Fig. 380, (381).

Unterfamilie: Cylindrachetinae m.

Cylindrachetidae Gigl.-Tos 1914.

Ein auffallend spezialisierter Typus von zylindrischer, schlanker Gestalt. Augen stark reduziert, Fühler mit höchstens 11 Gliedern, Vorderschienen ohne Gehörorgan. Mittel- und Hinterbeine sehr kurz, die Tarsen nur 2gliedrig. Flügel fehlen. Cerci sehr kurz. Wurde in neuester Zeit mit Unrecht mit Embiodeen in Beziehung gebracht. Die Gattung *Cylindracheta* Kirby mit 3 Arten aus Patagonien und Australien. Soll in Pflanzen eindringen (Fig. 382).

Unterordnung: Acrydiodea Burm. emend. Handl. (Feldheuschrecken).

Acrydiana Latr. 1802, *Acrydii* Latr. 1807, *Gryllides* Leach 1815, *Acridites* Latr. 1825, *Acridioides* Burm. 1829, *Locustidae* Steph. 1829, *Acridites* Serv. 1831, *Locustites et Locustina* Newm. 1834, *Acrydiadae* Kirby 1837, *Acridiodea* Burm. 1938, Neuroptera pp., Gryllidae pp., *Acridinae* Swains 1840, *Acridioda* Fieb. 1853, *Acridioidea* Mayer 1876, Handl. 1903, *Acridiidi* Acl. 1897, *Acridiidae* Brunner 1900, *Locustidae* Kirby 1910.

Mittelgroße bis große Tiere von vorwiegend kompresser Form. Kopf vertikal gestellt, mit geringer Beweglichkeit, hypognath und oft nach vorn mehr oder weniger verlängert, mit gut entwickelten Facettaugen und häufig auch Ocellen. Fühler meist einfach gebaut und aus weniger als 30 Gliedern bestehend, selten keulenförmig oder gesägt, nie borstenförmig und dünn auslaufend. Kiefer kräftig, mit gut entwickelten Kauladen und 5- bzw. 3gliedrigen Tastern. Prothorax immer größer als die anderen Segmente, oft sattelartig oder kompreß, häufig

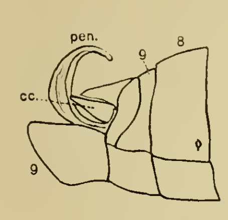


Fig. 383.
Endsegmente von *Pachytylus migratorius* L. ♂. (Acrydiidae). × 5. (Original.)
8, 9 Segmente; *cc* Cerci; *pen* Penis.

Fig. 384.
Endsegmente von *Pachytylus migratorius* L. ♀ (Acrydiidae). × 5. (Original.)
8—10 Segmente; *cc* Cerci; *gap* Gonapophysen.

nach hinten mehr oder weniger weit verlängert. Pleuren und Sternite gut entwickelt. Hüften ziemlich klein und nicht genähert. Vorderschienen nie mit Gehörorgan. Die Hinterbeine immer, oft sogar viel länger als die Mittel- und Vorderbeine, ihre Schenkel fast ausnahmslos gegen die Basis verdickt (Sprungbeine). Flügel häufig mehr oder weniger reduziert, dachartig über dem Abdomen gefaltet; die vorderen in der Regel derber als die hinteren, mit oder (selten) ohne Präcostalfeld. Hinterflügel meist mit sehr vergrößertem gefalteten Analfächer. Ein

Zirporgan nach Art der Locustarien nie vorhanden, aber meist eine etwas vorspringende Rippe, an der die Hinterschenkel mit sog. „Schrillleisten" reiben (Vol. I, S. 65, F. 2). Hinterleib mit stark gewölbten Tergiten und mehr flachen Sterniten, die durch weiche Haut verbunden sind. Cerci nicht verlängert, kurz und kräftig. ♀ nie mit verlängerter Legescheide, Gonapophysen kurz und für gewöhnlich verborgen (Fig. 383, 384). Seitens des 1. Segmentes oft mit trommelartigem Gehörorgan (Vol. I, S. 151, Fig. 97). Kein ausgesprochener Kaumagen. Eine sehr formenreiche, vorwiegend thermophile Gruppe, die in den typisch kalten Gebieten fehlt. Phytophag und oft in Massen verheerend auftretend. Die Eier werden in Klumpen abgelegt und mit erhärtendem Sekret verkittet.

Familie: Acrydiidae m. (Feldheuschrecken, Sprengsel).

Gryllida Leach 1815, *Acridiidae* Brunner 1900.

Eine sehr formenreiche Familie von meist bodenbewohnenden und äußerlich matt (bodenartig) gefärbten Pflanzenfressern, deren Hinterflügel sehr oft besonders bunt gefärbt sind. Die Hinterbeine sind in der Regel typische Sprungbeine mit Schrillorganen an der proximalen Fläche, die an einer Ader der Flügel reibt. Gehörorgane meistens deutlich. Prothorax mehr oder weniger sattelförmig, meist etwas über den Mesothorax greifend, aber nie den ganzen Körper bedeckend. Alle Tarsen 3gliedrig. Pulvillen zwischen den Klauen fast immer deutlich.

Es sind über 4200 Arten beschrieben, die auf etwa 940 Genera verteilt werden, von denen aber sicher viele überflüssig sind. Nur einzelne Arten dringen in das subarktische Gebiet vor. In den gemäßigten Gegenden ist die Gruppe relativ stärker vertreten als die Locustarien, dominiert aber trotzdem noch in den heißen Ländern. Palaearktisch sind etwa 600, indomalayisch und ozeanisch 600, papuanisch 40, australisch und neuseeländisch 160, äthiopisch und madagassisch 1100, nearktisch 600, zentral- und südamerikanisch 1200 Arten. Zahlreiche „Wanderheuschrecken", das sind Arten, die sich zeitweise enorm vermehren und dann in großen Zügen weiterziehen.

Unterfamilie: Oedipodinae Brunner.

Mutici Scudder 1868, *Oedipodidae* Walk. 1870, *Oedipodidae* + *Coelopternidae* Stål 1873, *Oedipodidae* + *Eremobidae* Brunner 1882, *Oedipodides* Sharp. 1895, *Oedipodinae* Brunner 1900, *Oedipodini* + *Eremobiini* Redt. 1900, *Locustinae* + *Thrinchinae* + *Batrachotetriginae* Kirby 1910.

Stirne und Scheitel nicht in scharfem Winkel, sondern mehr gerundet ineinander übergehend. Prosternum unbewehrt, flach. Fühler länger als die Vorderschenkel. Scheitelgrübchen dreieckig und an der Basis gelegen oder fehlend. Die Genera *Arphia* Stål, *Hippiscus* Sauss., *Xanthippus* Sauss., *Psophus* Fieb., *Oedaleus* Fieb., *Pachytylus* Fieb. (= *Locusta* Kirby) mit der Wanderheuschrecke *migratorius* L., *Oedipoda* Serv., *Pseudotrimcrotropis* Rehn, *Acrotylus* Fieb., *Sphingonotus* Fieb., *Thrinchus* Fisch., *Cuculligera* Fisch., *Eremobia* Serv., *Batrachotettix* Sauss., *Trachypetrella* Kirby (= *Methone* Stål, mit sehr kompliziertem Zirpapparat) u. v. a. Über die ganze Welt verbreitet, besonders reich in Amerika.

Kolbe, H. J. Vergleichend morphologische Untersuchungen an Coleopteren nebst Grundlagen zu einem System und zur Systematik derselben. Arch. f. Naturgesch. 1901. Beiheft (Festschrift für Eduard v. Martens).
— Einführung in die Kenntnis der Insekten. Berlin 1893.
Kölliker, A. Zur feineren Anatomie der Insekten. Verh. der phys. med. Ges. Würzburg. Bd. 8. 1857.
Kollmann, M. Recherches sur les leucocytes et le tissu lymphoide des Invertébrés. Ann. Sc. Nat. Zool. sér. 9. T. 8. 1908.
Korschelt, E., und K. Heider. Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Jena 1891—1910.
Kramer, P. Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Gattung *Philopterus* (Nitzsch). Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 19. 1869.
Kunckel d'Herculais. Recherches sur l'organisation et le développement des Volucelles, Insectes diptères de la famille des Syrphides. 1. part. Paris 1875 bis 1878. — 2. part. Atlas, 1882.
La Baume. Über die Metamorphose der Ephemeriden. Sitzungsber. Ges. nat. Frde. Berlin 1909.
Laboulbène, A. Recherches sur l'*Anurida maritima*, Insecte Thysanoure de la famille des Podurides. Ann. Soc. Entom. France. 4 sér. T. 4. — C. R. Soc. Biol. 1864.
— Recherches sur les appareils de la digestion et de la reproduction du *Buprestis manca*. Thomsons Arch. Entom. T. 1.
Lacordaire, Th. Introduction à l'Entomologie. Paris 1834—38.
Landois, L. Anatomie des *Phthirius inguinalis* Leach. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 14. 1864.
— Anatomie des *Pediculus vestimenti* Nitzsch. Ebenda. Bd. 15. 1865.
— Über die numerische Entwicklung der histologischen Elemente des Insektenkörpers. Ebenda. Bd. 15. 1865.
— Anatomie des Hundeflohs (*Pulex canis*). Dresden 1866. Nova Acta Acad. Leop. Carol. Dresden. Bd. 33. 1866,1867.
— Anatomie der Bettwanze (*Cimex lectularius* L.) mit Berücksichtigung verwandter Hemipterengeschlechter. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 18 und 19. 1868—69.
Lang, A. Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Jena 1888—94.
— Beiträge zu einer Trophocoeltheorie. Jena. Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. 38. N. F. 31. 1903.
Lass, M. Beiträge zur Kenntnis des histologisch-anatomischen Baues des weiblichen Hundeflohs (*Pulex canis* Dugès s. *P. serraticeps* Taschenberg). Zeitschr. f. wiss. Zool. 79. Bd. 1905.
Lebredo, M. G. Algunas observaciones sobre la anatomia des Mosquito con dibujos originales. Rev. Med. trop. Habana. T. 5. 1904.
Lécaillon, A. Sur l'organe de „Graber" de la larve de *Tabanus quatuornotatus* Meig. C. R. Ass. Anat. T. 7. 1905.
— Sur la structure de la couche chitineuse tégumentaire et sur les insertions musculaires de la larve de *Tabanus quatuornotatus* Meigen. C. R. Ass. Anat. T. 8. 1906.
— Deuxième note sur l'organe de Graber. Ebenda.
— Recherches sur la structure de la cuticule tégumentaire des Insectes et sur la manière dont s'attachent les muscles chez ces animaux. Bibl. Anat. Paris. T. 16. 1907.
List, J. *Orthezia cataphracta* Shaw. Eine Monographie (Biol. Centralbl. 6. Bd.). Zeitschr. f. wiss. Zool. 45. Bd. 1887.
— Über Becherzellen und Leydig'sche Zellen (Schleimzellen). Arch. mikr. Anat. 26. Bd. 1886.
Leydig, F. Anatomisches und Histologisches über die Larve von *Corethra plumicornis*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 3. 1851.
— Zur Anatomie von *Coccus hesperidum*. Ebenda. Bd. 5. 1854.
— Zur Anatomie der Insekten. Müllers Arch. f. Anat. Physiol. 1859.
— Tafeln zur vergleichenden Anatomie. 1864.
— Vom Bau des tierischen Körpers. 1864.
— Bemerkungen über Farben der Hautdecke und Nerven der Drüsen bei Insekten. Arch. Micr. Anat. Bd. 12. 1876.
— Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Tiere. Bonn 1883.
Locy, W. A. Anatomy and Physiology of the Family Nepidae. Americ. Natural. Vol. 18. 1884.
Loew, H. Abbildungen und Bemerkungen zur Anatomie einiger Neuropterengattungen. Linnaea Entom. Bd. 3. 1848.

Lowne, B. Anatomy and Physiology of the Blow Fly *Musca vomitoria*. London 1869.

— Anatomy, Physiology, Morphology and Development of the Blow-fly. London 1890—91.

Lübben, H. Über die innere Metamorphose der Trichopteren. Zool. Jahrb. Morph. 24. Bd. 1907.

Lubbock, J. On the Digestive and Nervous System of *Coccus hesperidum*. Proceed. Roy. Soc. Vol. 9. 1858.

— On the Anatomy of Ants. Trans. Linn. Soc. Ser. 2. Zool. Vol. 2. 1879.

Lyonet, P. Anatomie de différentes espèces d'Insectes. Mém. du Mus. T. 18. Paris 1829.

— Recherches sur l'anatomie et les métamorphoses de différentes espèces d'Insects. Mém. du Mus. d'Hist. nat. Paris. T. 18—19—20. 1829—32.

— Traité anatomique de la chenille qui ronge le bois de Saule. 2 Ed. La Haye. 1762.

Mac Cook, H. Ch. The natural history of the agricultural Ant of Texas. A Monograph of the habits, architecture and structure of *Progonomyrmex barbatus*. Philadelphia 1880.

Mark, E. L. Beiträge zur Anatomie und Histologie der Pflanzenläuse, insbesondere der Cocciden. Arch. Mikr. Anat. Bd. 13. 1877.

— The nervous system of *Phyloxera*. Psyche. Vol. 2. 1879.

Marshall, Wm. S., and Henry Severin. Some points in the Anatomy of *Ranatra fusca* P. Beauv. Trans. Wisconsin Acad. Vol. 14. 1905.

— Über die Anatomie der Gespenstheuschrecke, *Diapheromera femorata* Say. Arch. f. Biontologie. Bd. 1. 1906.

—, and C. F. Vorhies. Cytological studies on the spinning glands of *Platyphylax designatus* Walker. (Phryganid.) Internat. Monatsschrift f. Anat. u. Phys. Bd. 23. 1906.

— Amitosis in the malpighian tubules of the Walking-Stick (*Diapheromera femorata*). Biol. Bull. Vol. 14. 1908.

Massonat, E. Contribution à l'étude des Pupipares. Ann. de l'Université de Lyon N. S. 1. Scienc. Méd. Fasc. 28. 1909.

Mayer, P. Anatomie von *Pyrrhocoris apterus* L. Arch. f. Anat. Physiol. 1874.

— Zur Kenntnis von *Coccus cacti*. Mitt. Zool. Stat. Neap. 10. Bd. 1891 bis 1893.

Meckel, H. Micrographie einiger Drüsenapparate der niederen Tiere. Müllers Arch. Anat. Phys. u. Wiss. Mediz. 1846.

Meigen, J. W. Syst. Beschreibung der bekannten europäischen zweiflügligen Insekten. 1818—38.

Meinert, F. Anatomia Forficularum. Dissert. Kjöbenhavn 1863.

— Anatomia Forficularum. Anatomisk undersögelse af de Danske Orentviste I. Naturhist. Tidsskr. 3. Raek. Bd. 3. 1863.

— Om dobbelte Saedgange hos Insecter. Ebenda. 3. Raekke, 5. Bd. 1868.

— Contribution à l'anatomie des Fourmilions. Overs. Dansk. Vidensk. Selsk. Forhand. Kjöbenhavn. 1889.

Melander, A. L. Notes on the structure and development of *Embia texana*. Biol. Bull. Woods Holl. Vol. 4. 1903.

Metalnikoff, S. Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Mückenlarve. Bull. Acad. St. Pétersbourg (5). T. 17. 1902.

Meyer, H. Über die Entwicklung des Fettkörpers, der Tracheen und der keimbereitenden Geschlechtsteile bei den Lepidopteren. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 1. 1849.

Miall, L. C., and Denny. The structure and Life history of the Cockroach (*Periplaneta orientalis*). London 1886.

—, and N. Shelford. The structure and Life history of *Phalacrocera replicata*. Trans. Ent. Soc. London 1897.

— The structure and Life history of the Harlequin Fly (*Chironomus*). Oxford 1900.

—, and T. H. Taylor. The structure and Life history of the Holly-fly. Trans. Ent. Soc. London 1907.

—, and E. A. Minchin. Report on the Anatomy of the Tsetse-fly (*Glossina palpalis*). Proc. R. Soc. London. Vol. 76. 1905.

Mordwilko, A. Zur Anatomie der Pflanzenläuse, Aphiden (Gattungen *Trama* Hayden und *Lachnus* Illiger.) Zool. Anz. 18. Jahrg. 1895.

Müggenburg, F. H. Larve und Puppe von *Cylindrotoma glabrata* (Meigen), ein Beitrag zur Kenntnis der Tipuliden. Arch. f. Naturg. 67. Jahrg. Beiheft S. 169. 1901.
Müller, J. Über die Entwicklung der Eier im Eierstock bei den Gespenstheuschrecken und eine neu entdeckte Verbindung des Rückengefäßes mit den Eierstöcken bei den Insekten. Acta Ak. Leop. Bd. 12. 1825.
Newport, G. On the nervous system of the *Sphinx ligustri* L. and on the changes which it undergoes during a part of the metamorphoses of the Insects. Philos. Transact. London 1832—34.
— Insecta. Todds Cyclopaedia of Anatomy and Physiol. 1839.
— On the Anatomy and Affinities of *Pteronarcys regalis* Newm. — Transact. Linn. Soc. London. T. 20. 1851.
— On the Natural History, Anatomy and Development of the Oil beetle (*Meloë*). II. Ebenda.
— On the Anat. and Developm. of certain Chalcididae and Ichneumonidae. Ebenda. T. 21 u. 22. 1852—53.
Nüsslin, O. Zur Biologie der Schizoneuriden-Gattung *Mindarus* Koch. Biol. Centralbl. 20. Bd. 1900.
Oudemans, J. T. Bydrage tot de kennis der Thysanura en Collembola. Acad. Proefschrift. Amsterdam. 1887.
Packard, A. S. A study of the transformation and anatomy of *Lagoa crispata*, a bombycine Moth. Proc. Amer. Phil. Soc. Vol. 32. 1894.
— Textbook of Entomology. London 1898.
Panceri, O. Études sur la phosphorescence des animaux marins. Ann. Sc. Nat. Zool. 5. sér. T. 16. 1872.
Pantel, J. *Thrixion Halidayanum* Rend. — La Cellule Vol. 15. 1898.
— Sur les organes rudimentaires des larves des Muscides. C. R. Acad. Sc. Paris. T. 148. 1909.
— Recherches sur les Diptères à larves entomobies. 1. Caractères parasitiques aux points de vue biologique, éthologique et histologique. La Cellule. Bd. 26. 1910.
Patten, W. The development of Phryganids, with a preliminary note on the development of *Blatta germanica*. Quart. Journ. Micr. Sc. T. 24. 1884.
Pazos y Caballero, J. H. Del exterior é interior del mosquito. Apuntes sobra la anatomia y Morfologia. Rev. Med. trop. Habana. T. 4. 1903.
Perez, Ch. Contribution à l'étude des métamorphoses. Bull. Sc. France Belgique. Vol. 37. 1903.
— Recherches histologiques sur la métamorphose des Muscides (*Calliphora erythrocephala* Mg.). Arch. Zool. Expér. 5. sér. T. 4. 1910.
Perrier, E. Traité de Zoologie. Fasc. III. Arthropodes et Vers. Paris 1897.
Philiptschenko, J. Anatom. Studien über Collembola. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 85. 1907.
Pictet, F. J. Mémoires sur les larves des Némoures. Ann. Sc. Nat. Zool. T. 26 1832.
— Recherches pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Phryganides. Genève 1834.
— Histoire naturelle générale et particulière des Insectes Neuroptères. 1. Monographie: Famille des Perlides. Genève 1841/42. — 2. Monogr.: Famille des Ephémérides. Genève 1843—45.
Popovici-Baznosanu, A. Contributions à l'étude de l'organisation des Larves des Ephémérines. Arch. Zool. Expér. (4). T. 5. 1906.
Poulton, E. B. The colours of animals. Intern. scientific. Series 68. 1890.
Poyarkoff, E. Recherches histologiques sur la métamorphose d'un Coléoptère (La Galéruque de l'orme). Arch. d'Anat. Micr. T. 12. 1910.
Provazek, S. Bau und Entwicklung der Collembolen. Arb. Zool. Inst. Wien. 12. Bd. 1900.
— Studien über Säugetiertrypanosomen. Arb. Reichsgesundheitsamt Berlin. 22. Bd. 1905. — (*Haematopinus spinulosus.*)
Railliet, A. Traité de Zoologie médicale et agricole. 1895.
Raschke, E. Die Larve von *Culex nemorosus*. Ein Beitrag zur Kenntnis der Insektenanatomie und -Histologie. Arch. f. Naturg. 53. Jahrg. — Zool. Anz. 10. Jahrg. 1887.
Ratzeburg. Die Ichneumonen der Forstinsekten. 1844.
Réaumur. Mémoires pour servir à l'histoire des insectes. T. 1. Mém. 12. T. 2. Mém. 7.
Rebel, H. Fr. Berges Schmetterlingsbuch. 9. Aufl. Stuttgart 1910.

Ribaga, C. Anatomia del *Trichopsocus dalii.* Rivista Patologia Vegetal. V. 9. 1902.
Rolph, W. H. Beitrag zur Kenntnis einiger Insektenlarven. Bonn 1873.
Roesel v. Rosenhof, A. J. Insektenbelustigungen. Nürnberg 1746—61.
— Beiträge zur Natur- und Insektengeschichte. 1. T. von Ch. F. C. Kleemann 1761. — 2. Bd. fortges. von Chr. Schwarz. Nürnberg 1762—94.
Roessig, H. Von welchen Organen der Gallwespenlarven geht der Reiz zur Bildung der Pflanzengalle aus? Zool. Jahrb. Syst. 20. Bd. 1904.
Sadones, J. L'appareil digestif et respiratoire larvaire des Odonates. La Cellule. T. 11. 1896.
Samson, K. Über das Verhalten der Vasa malpighii und die exkretorische Funktion der Fettzellen während der Metamorphose von *Heterogenea limacodes* Hufn. Zool. Jahrb. Anat. 26. Bd. 1908.
Schaeffer, C. Beiträge zur Histologie der Insekten. Zool. Jahrb. Anat. Bd. 3. 1889.
Schatz, E. Familien und Gattungen der Tagfalter. II. Teil. 1885.
Schaudinn, F. Generations- und Wirtswechsel bei *Trypanosoma* und *Spirochaeta.* Arb. Reichsgesundheitsamt Berlin. 20. Bd. 1904.
Scheiber, S. H. Vergleichende Anatomie und Physiologie der Oestridenlarven. Sitzungsber. d. K. Acad. Wiss. Wien. Math. Nat. Kl. Bd. 41—45. 1860—62.
Schepotieff, A. Studien über niedere Insekten. Zool. Jahrb. Syst. Bd. 28. 1909.
— Neue Arbeiten über niedere Insekten. Zool. Centralbl. 17. Bd. Nr. 5/6. 1910.
Schimkewitsch, W. Zur Frage nach der Veränderung der *Sarcopsylla penetrans* unter dem Einflusse des Parasitismus. Zool. Anz. Bd. 7. 1884.
Schimmer, F. Beitrag zu einer Monographie der Gryllodengattung *Myrmecophila* Latr. Zeitschr. f. wiss. Zool. 93. Bd.
Schneider, K. C. Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Jena 1902.
— Histologisches Praktikum der Tiere. Jena 1908.
Schiner. Fauna Austriaca. Diptera. 1862—64.
Schiödte. De metamorphosi Eleutheratorum. Bidrag til Insecternes Udviklingshistorie. Krögers Naturhist. Tidsskr. Kjöbenhavn. 12 Teile. 1862—83.
Scholz, R. Ein Beitrag zur Lebensgeschichte von *Melasoma 20-punctatum* Scopoli. Insektenbörse 24. Jahrg. 1907.
Schröder und van der Kolk. Mémoire sur l'Anatomie et Physiologie de *Gastrus equi.* Amsterdam 1845.
Schulze, F. E. Epithel- und Drüsenzellen. Arch. Micr. Anat. Bd. 3. 1867.
Sedgwick, Sinclair, Sharp. *Peripatus,* Myriapods, Insects. London 1895.
Seitz, A. Allgemeine Biologie der Schmetterlinge. 3. Teil. Fortpflanzung. Zool. Jahrb. Syst. Bd. 7. 5. Heft. 1893.
Semichon, L. Recherches morphologiques et biologiques sur quelques Mellifères solitaires. Bull. Sc. France. Belg. T. 40. 1907.
Seurat, L. Contributions à l'étude des Hyménoptères entomophages. Ann. Sc. Nat. Zool. 8. sér. T. 10. 1899.
v. Siebold, C. Th. E. Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Tiere. Über *Xenos sphecidarum* und dessen Schmarotzer. Neueste Schrift. Naturf. Ges. Danzig. V. 3. H. 2. 1839.
— Über Strepsiptera. Arch. f. Naturg. Jahrg. 8. Bd. 1. 1843.
— Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. Berlin 1848.
Silvestri, F. Contribuzione alla conoscenza della metamorphosi e dei costemi della *Lebia scapularis* Fourc. con descrizione dell' apparato sericiparo della larva. Redia. Giorn. Entom. Vol. 2. 1905.
— Descrizione di un nuovo genere di insetti Apterygoti, rappresentante di un nuovo ordine. Boll. Lab. Zool. Scuola sup. agric. Portici 1. 1907.
de Sinéty, R. Remarques sur le système nerveux viscéral, le vaisseau dorsal et les organes génitaux des Phasmides. Ann. Soc. Entom. France. Bull. 21. 1899.
— Recherches sur la biologie et l'anatomie des Phasmes. La Cellule. T. 19. 1901.
Snodgrass, R. E. Notes on the internal Anatomy of *Peranabrus scabricollis* (Thom.). Journ. New York Entom. Soc. Vol. 11. 1903.
— The anatomy of the honey bee. Washington 1910.
Sommer, A. Über *Macrotoma plumbea.* Beiträge zur Anatomie der Poduriden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 41. 1885.
Speyer, A. u. O. Lepidopterologische Beiträge. Isis 1843.
Straus-Dürckheim. Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés, auxquelles on à joint l'anatomie déscriptive du *Melolontha vulgaris* (Hanneton). Paris, Strassbourg, Bruxelles. 1828.

Stuhlmann, F. Beiträge zur Kenntnis der Tsetsefliege (*Glossina fusca* und *Gl. tachinoides*). Arb. Reichsgesundheitsamt Berlin. 26. Bd. 1907.
Swammerdam. Bibl. nat. Leipzig 1725.
Targioni-Tozzetti. Studii sulle Cocciniglie. Mem. della Soc. ital. di scienza nat. T. 3. Milano 1867.
Taschenberg, E. Einführung in die Insektenkunde. 1879.
Trägårdh, J. Beiträge zur Kenntnis der Dipterenlarven. 1. Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Larve von *Ephydra riparia*. Fall. Arkiv. Zool. Bd. 1. 1903.
Tullberg. Sveriges Podurider. Kongl. Sv. Vetensk. Akad. Handl. 10. 1872.
Tulloch, F. The internal Anatomy of *Stomoxys*. Proc. R. Soc. London. V. 77. 1906.
Tümpel, R. Die Geradflügler Mitteleuropas. Eisenach 1901.
Ulmer, G. Trichoptera. In Heft 5 u. 6 von Brauers Süßwasserfauna Deutschlands. Jena 1909.
Uzel, H. Monographie der Ordnung Thysanoptera. Königgrätz 1895.
Vayssière, A. Recherches sur l'organisation des larves des Ephémérides. Ann. Sc. Nat. Zool. 6. sér. T. 13. 1882.
— Monographie zoologique du genre *Prosopistoma* Latr. Ann. Sc. Nat. Zool. Sér. 7. T. 9. 1890.
Weissenberg, R. Zur Biolog. und Morphol. einer in der Kohlweißlingsraupe parasitisch lebenden Wespenlarve (*Apatheles glomeratus* (L.) Reinh.). Sitzungsber. Ges. Nat. Frde. Berlin 1908.
— Zur Biologie und Morphologie endoparasitisch lebender Hymenopterenlarven (Braconiden u. Ichneumoniden). Ebenda 1909.
Verhoeff, C. Vergleichende Untersuchungen über die Abdominalsegmente der weiblichen Hemiptera, Heteroptera und Homoptera. Dissert. Bonn. 1893.
Verson. Beiträge zur Anatomie der *Bombyx yamamai*. Sitzungsber. K. K. Acad. Wiss. Wien. Math. nat. Cl. 1. Abt. 1870.
Viallanes, H. Sur l'appareil respiratoire et circulatoire de quelques larves de Diptères. C. R. Acad. Sc. Paris 1880.
— Recherches sur l'histologie des Insectes et sur les phénomènes histologiques qui accompagnent le développement postembryonnaire de ces animaux. Ann. Sc. Nat. Zool. 6. sér. T. 14. 1882.
Vogt, C., und Yung. Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. 1889—94.
Wahl, B. Über die Entwicklung der hypodermalen Imaginalscheiben im Thorax und Abdomen der Larve von *Eristalis*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 70. 1901.
Wasmann, E. *Termitoxenia*, ein neues flügelloses, physogastres Dipterengenus aus Termitennestern. 1. T. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 67. 1900. — 2. T. Ebenda. 70. Bd. 1901.
— Zur näheren Kenntnis der termitophilen Dipterengattung *Termitoxenia* Wasm. Verh. 5. Internat. Zoolog. Kongreß. Berlin 1901.
Weismann, A. Die Metamorphose der *Corethra plumicornis*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 16. 1866.
— Über die Entstehung des vollendeten Insekts in der Larve und Puppe. Frankfurt 1863.
— Die nachembryonale Entwicklung der Musciden nach Beobachtungen an *Musca vomitoria* und *Sarcophaga carnaria*. Zeitschr. f. wiss. Zool. 14. Bd. 1864.
Wester, D. H. Über die Verbreitung und Lokalisation des Chitins im Tierreich. Zool. Jahrb. Syst. 28. Bd. 1910.
Willem, V. Recherches sur les Collemboles et les Thysanoures. Mém. Acad. Roy. Belge. 58. Bd. 1900.
— Les Rapports d'*Actaletes* avec les autres Collemboles. Ann. Soc. Ent. Belg. T. 46. 1902.
Winterstein, H. Handbuch der vergleichenden Physiologie. Jena 1910.
Witlaczil, E. Zur Anatomie der Aphiden. Arb. Zool. Inst. Wien. 4. Bd. — Zool. Anz. 1882.
— Die Anatomie der Psylliden. Zeitschr. f. wiss. Zool. 42. Bd. 1885.
— Zur Morphologie und Anatomie der Cocciden. Ebenda. Bd. 43. 1886.

Neuntes Kapitel.

Mechanik des Insektenfluges.

Von Dr. Oskar Prochnow, Berlin-Lichterfelde.

Inhaltsübersicht.

I. Der Bau der Flugorgane.

1. Der Bau der Flügel in Beziehung zu ihren Aufgaben.

a) Flügelform.

Wie bei allen größeren Tieren, so ist auch bei den Insekten das Fliegen ein dynamisches. Die Tiere rufen durch geeignete Hebelgliedmaßen einen in der Hauptsache aufwärts und vorwärts gerichteten Luftwiderstand hervor, der der nach unten wirkenden Schwerkraft mindestens das Gleichgewicht hält und die Tiere vorwärts treibt.

Die Insektenflügel, wie die Flügel fliegender Tiere überhaupt, sind fast stets länger als breit, und nur in verhältnismäßig wenigen Fällen sind Vorder- und Hinterflügel zusammen breiter als lang. Da die Insekten, bei denen dies zutrifft — die Schmetterlinge und Fächerflügler — trotz sehr großer Flugfläche im Verhältnis zum Körpergewicht schlechte Flieger sind, so werden wir schmale Flügel als brauchbarere Flugorgane ansehen müssen als breite. Der mechanische Grund dafür ist der, daß dann der Druckmittelpunkt weiter vom Drehpunkt entfernt liegt und die Arbeit eines Flügelschlages größer ausfällt, zumal der von der Luft auf den Flügel ausgeübte Gegendruck ungefähr proportional dem Quadrat der Bewegungsgeschwindigkeit wächst. Auch wird eine größere

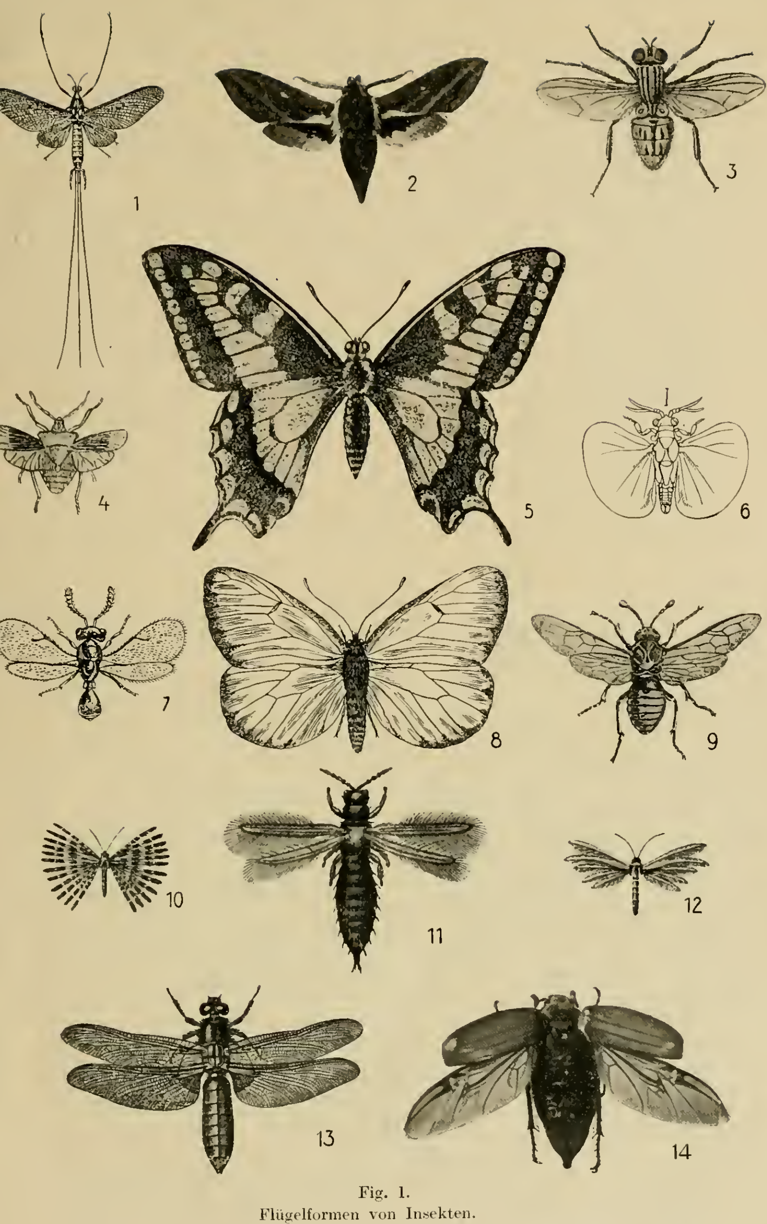


Fig. 1.

Flügelformen von Insekten.

1. *Ephemera vulgata* L., 2. *Deilephila elpenor* L., 3. *Musca domestica* L., 4. eine Landwanze, 5. *Papilio machaon* L., 6. *Xenos vesparum* Rossi, 7. *Teleas laeviusculus* Rtz., 8. *Aporia crataegi* L., 9. *Cimbex variabilis* Kl., 10. *Alucita Hübneri* Wlgr., 11. *Thrips vulgatissima* Halid., 12. *Pterophorus pentadactylus* L., 13. *Libellula depressa* L., 14. *Melolontha vulgaris* Fabr.

(Aus Leunis, Zoologie, R. Hertwig, Zoologie und Hofmann, Großschmetterlinge oder Naturaufnahme.)

Beweglichkeit des Flügels erreicht, wenn er nicht mit einer breiten Fläche am Körper ansitzt. Offenbar zur Vermeidung hemmender Luftwirbel sind die Flügelenden wieder etwas zugespitzt. Die zweckmäßigste Form eines Insektenflügels zeigen uns die Insekten, die wegen ihrer Fluggeschicklichkeit den Namen „Fliegen“ bekommen haben (Fig. 1).

Durch die elastischen Adern wird der dünne Flügel so versteift, daß er mit großer Geschwindigkeit bewegt werden kann, ohne vom Luftdruck zerrissen oder zu stark durchgebogen zu werden. Die Hauptadern liegen aus dynamischen Gründen vorn; so kann der Flügel scharf die Luft durchschneiden. Andere Hauptadern ziehen diesen Adern ungefähr parallel, etwas nach hinten gebogen; sie dienen dazu, den Flügel zu straffen und seine Durchbiegung durch den Luftwiderstand auf ein geringes, unschädliches Maß zu beschränken. Die Queradern, die ungefähr senkrecht zu den Längsadern verlaufen, scheinen — abgesehen von ernährungsphysiologischen Zwecken bei der Entstehung des Flügels — die Aufgabe zu haben, zu verhindern, daß sich der Flügel bei der heftigen Bewegung in sich zusammenschiebt. Durch eine stärkere Ausbiegung der Längsadern nach hinten wird oft derselbe Zweck erreicht. Der Hinterrand des Flügels ist in der Regel nicht durch Adern versteift; hier tritt ja auch kein großer Luftwiderstand auf. Gerade dadurch aber entsteht die Gefahr der Wirbelbildung, und zu ihrer Beseitigung dient das allmähliche Auslaufen der hier schmiegsamen Flügelmembran.

b) Differenzierung der Flügel.

Obwohl wir über die Phylogenie der Insektenflügel wenig Sicheres wissen und daher hauptsächlich auf hypothetische Schlüsse aus dem gegenwärtigen Nebeneinander der Flügelformen angewiesen sind, wenn wir die Entwicklung der Insektenflügel verfolgen wollen, so kann es doch als sehr wahrscheinlich gelten, daß Formen mit zwei näherungsweise gleichen Flügelpaaren die Ausgangsformen für die weitere Entwicklung waren.

Auf dieser Stufe stehen heute die Ephemeriden (Ephemera, Fig. 1, *1*), Libelluliden (Fig. 1, *13*), und Neuropteren, z. B. Myrmeleon, deren Vorder- und Hinterflügel fast gleich groß sind und eine feine, oft netzförmige Aderung mit weitgehender Homologie der einzelnen Teile in beiden Flügelpaaren zeigen.

Von diesen Formen kann man zwei Reihen ableiten, je nachdem ob die Hinter- oder Vorderflügel mehr entwickelt sind, nämlich einmal die Trichopteren, Orthopteren, Rhynchoten, Coleopteren und Strepsipteren mit gliedweise fortschreitender Vergrößerung der Hinterflügel und Verkümmerung der Vorderflügel und zweitens die Lepidopteren, Hymenopteren und Dipteren mit gliedweise fortschreitender Vergrößerung der Vorderflügel und Verkleinerung oder Verkümmerung der Hinterflügel. Die äußersten Glieder bilden die Ordnungen mit primärer und sekundärer Flügellosigkeit, die Apterygoten und Aphanipteren.

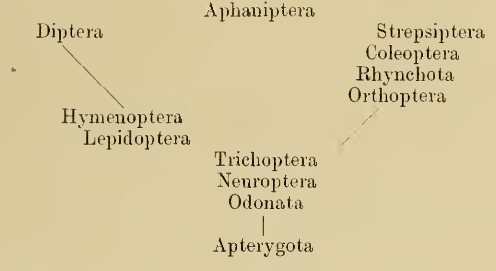
Besonders auf Inselgruppen mit stürmischem Klima, wo das Flugvermögen verderblich ist, finden sich häufig Vertreter anderer Insektenordnungen mit rückgebildeten Flügeln. So leben auf den Kerguelen die ungeflügelte Diptere *Calycopteryx Moseleyi* Eaton, die Motte *Embryonopsis halticella* Eaton mit sehr verkürzten Flügeln. Dazu kommen zahlreiche flügellose Rüsselkäfer der Gattung Ectemnorhinus (C. Chun, 1900).

Bei den Trichopteren — die man allerdings mit demselben Recht in die andere Reihe stellen kann — sind die Vorderfügel weniger zart als die Hinterflügel und im Gegensatz zu diesen mehr mit haarartigen Gebilden versteift; doch werden beide Flügelpaare in gleicher Weise bewegt. Bei den Orthopteren sind die Flügelpaare mehr ungleich, die Vorderflügel pergamentartig, die Hinterflügel weicher, breit und fächerartig faltbar. Bei den Rhynchoten haben zahlreiche Arten halbhornige, an der Spitze weichhäutige Vorderflügel und häutige Hinterflügel. Die Strepsipteren (Fig. 1, *6*) schließlich zeigen verkümmerte, hakenartige Vorderflügel und fächerartig faltbare, breite Hinterflügel.

Unter den Lepidopteren finden sich neben Formen, deren Vorder- und Hinterflügel sehr gleichmäßig entwickelt sind, vielfache Übergänge zu stark davon abweichenden Typen, bei denen die Vorderflügel die hinteren an Größe und Festigkeit weit überragen. Bei den Hymenopteren ist dies die Regel und bei den Dipteren sind nur noch Rudimente des zweiten Flügelpaares vorhanden.

Im allgemeinen sind die Insekten mit wohl ausgebildeten Vorderflügeln geschicktere Flieger als die Formen, bei denen die Hinterflügel vorwiegend die Flugarbeit leisten (s. Steuerung).

Wenn man so allein die Entwicklung der Flügel zugrunde legt, ergibt sich folgende stammbaumartige Anordnung der Insektenordnungen:



Voß (1913) unterscheidet folgende drei Haupttypen:

I. Den Orthopterentyp als niederen Typ, gekennzeichnet durch gleichwertige direkte und indirekte Flugbewegung, durch kinematisch und anatomisch mehr oder weniger vereinigte Flügelpaare.

   Dazu zählt er die Modellgruppen

   1. der Orthoptera genuina, Plecoptera, Embidaria, Corrodentia,
   2. der Dermaptera,
   3. der Rhynchota, Coleoptera, Strepsiptera,
   4. der Neuroptera, Ephemeroidea, Trichoptera.

II. Den Odonatentyp, als Flügeltyp der Adervermehrung, mit vornehmlich direkt wirkenden Flugmuskeln und getrennt wirkenden Flügelpaaren. Vertreter dieses Typus sind die Libellen.

III. Den Hymenopterentyp als höchsten Typ, wo beide Flügelpaare als kinematische Einheit wirken oder das hintere rückgebildet ist und die direkten Muskeln ganz zurücktreten.

Dazu zählt er die Modellgruppen

1. der Lepidopteren,
2. der Hymenopteren,
3. der Dipteren.

Nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse zu schließen, ist jede derartige Einteilung eine durchaus vorläufige, da vergleichende gründliche Untersuchungen erst angestellt werden.

c) Verbindungen der Flügelpaare.

Von den Insekten, die zwei Flügelpaare haben, bewegen nach Poujade die Libelluliden, Perliden, Sialiden, Hemerobiiden, Myrmeleontiden, Acridiiden, Locustiden, Blattiden, Termiten die Vorder- und Hinterflügel unabhängig voneinander. Bei ihnen sind daher keine Vorrichtungen getroffen, um eine einheitliche Fläche zu erzielen; vielmehr ist der Zwischenraum zwischen beiden Flügelpaaren beim Fluge oft recht bedeutend.

Im Gegensatz dazu stehen Gruppen, in denen Vorder- und Hinterflügel wie eine einzige Platte wirken. Hierher gehören Hymenopteren, Lepidopteren, Trichopteren, Cicadiden und Psociden.

Zur Verbindung der Flügelpaare sind besondere Hafteinrichtungen ausgebildet. Unterseits an der Basis der Hinterflügel nahe dem Vorderrande befindet sich bei zahlreichen heteroceren Lepidopteren, nämlich bei Sphingiden, Noctuiden, Geometriden, Cheloniariern und Pyraliden und bei *Cossus* ♂ eine steife aus einer Ader entstandene Borste oder ein Bündel weniger Borsten, die hinter ein elastisches Band greifen, das die Vorderflügel an ihrer Basis unten in der Nähe des Hinterrandes tragen (Dietrich, Stett. Ent. Ztg. 1862).

Bei den Hymenopteren und Aphididen hängen die Hinterflügel von unten her durch kleine, an ihrem Vorderrande befindliche Häkchen am Hinterrande der Vorderflügel.

Bei Zikaden, Trichopteren und unter den Lepidopteren bei den Sesien greift der der Länge nach umgebogene Hinterrand der Vorderflügel in den ähnlich umgebogenen Vorderrand der Hinterflügel ein (Kolbe, 1893).

Bei den Rhopaloceren bedeckt der Vorderflügel die Vorderrandbasis des Hinterflügels.

Bei kleinen Insekten scheint nach Pütter (1912) die Zähigkeit der Luft zu bewirken, daß die Anforderungen an die Flügelbeschaffenheit geringer sind. Die zerschlitzten Flügel z. B. der Federmotten (Fig. 1, ***10***, ***12***) nämlich würden uns zum Fluge ganz ungeeignet erscheinen, wenn wir ihre Flügelfläche nicht als einheitlich wirkend ansehen könnten. Es müssen also hier die nur durch Haare verbundenen Teile einen hinreichenden Luftwiderstand hervorrufen. Wahrscheinlich tragen hier die Zähigkeit der Luft und die Luftreibung dazu bei, daß die kleinen Tiere ihren langsamen Flug ausführen können.

d) Flügelgeäder.

Da der Verlauf der Adern des Insektenflügels sehr weitgehende Abweichungen zeigt und der Flügel aller Formen doch in der Hauptsache die gleiche mechanische Funktion hat, so werden wir nicht erwarten können, aus mechanischen Prinzipien den Verlauf der Adern verstehen zu können. Das trifft nur für die bereits oben erwähnten Hauptmerk-

male zu, die im allgemeinen allen Insektenflügeln eigen sind: für die Ausbildung der Hauptadern als Längsadern und ihre Lage am vorderen Flügelrande. Queradern können fast ganz fehlen, wenn die Hauptadern deren Funktion übernehmen. Das ist namentlich bei den gutentwickelten Flügeln von Dipteren (Fig. 1, *3*) und Schwärmern der Fall. Unentbehrlich zur Festigung des Flügels scheinen Queradern jedoch besonders im Basalfeld größerer Arten zu sein. Bei sehr kleinen Hymenopteren, z. B. *Platygaster*, *Mymar*, *Teleas* (Fig. 1, *7*) ist die Flügelmembran an sich so fest, daß die Adern überhaupt bis auf Reste fehlen.

Zur Unterstützung der Längsadern dient bei relativ geringer Entwicklung der Flügelfläche eine Längsfaltung. So ist der Libellenflügel in der Längsrichtung gefaltet, so daß ein Querschnitt eine zickzackförmige Linie ergibt. Es liegen also viele Teile der Flügelmembran und der Queradern in der Druckrichtung, so daß der Widerstand ein weit größerer ist, als wenn der Flügel eben wäre. Allerdings ist dieses Mittel kein ökonomisches; denn unzweifelhaft wird der Flug dadurch gehemmt. Wenn die Libellen trotzdem sehr geschickte Flieger sind, so liegt das an der hohen Ausbildung der Flugmuskulatur und der Teile der Flügelbasis.

Sind die Adern dünn, so ist ihr Querschnitt in der Regel mehr oder minder kreisförmig; dicke Adern jedoch zeigen häufig elliptischen oder viereckigen Querschnitt und solche Lage zur Druckrichtung, daß viele Elemente in der Druckrichtung liegen, so daß eine Durchbiegung oder gar Knickung möglichst vermieden wird.

So ist bei den Libellen nach von Lendenfeld (1881) der erste Strahl, der bei der Flügelbewegung am meisten beansprucht wird, lufthohl und von viereckigem Querschnitt. Eine Diagonale dieses Querschnittsvierecks liegt in der Flügelebene. Dieser Strahl wird nämlich in zwei Hauptrichtungen bewegt, nach vorn-unten und nach hinten-unten. Bei der Bewegung nach vorn-unten wirkt die Kraft in der Richtung der oberen vorderen und unteren hinteren Seite des Querschnitts, bei der Rückbewegung nach hinten und unten in der Richtung der beiden anderen Seiten. Dieser Strahl ist also gerade dieser Beanspruchung besoders angepaßt.

e) Flügelfaltung.

Wenn durch Differenzierung des vorderen Flügelpaares zum Zwecke des Schutzes die ganze Flugarbeit dem anderen aufgebürdet wurde und sich dieses entsprechend vergrößerte, so wäre der Schutz gerade für die empfindlichsten Teile, die Flügelenden, nicht erreicht worden, wenn nicht gleichzeitig eine Einrichtung sich entwickelt hätte, die Hinterflügel so weit zusammenzulegen, daß sie unter den schützenden Decken der Vorderflügel Platz finden konnten.

Erfolgte die Vergrößerung der Flügel in der Breite, so mußte eine Längsfaltung eintreten. Diese finden wir bereits bei Insekten, bei denen die Vorderflügel nicht eigentlich das Merkmal der Deckflügel tragen, bei den Bombyciden und Noctuiden unter den Lepidopteren. Sind die Hinterflügel sehr breit und der Körper und die Vorderflügel schmal, so tritt bei manchen Heteroceren eine Einrollung ein (z. B. bei *Emydia*). Bloße Längsfaltung zeigen ferner die Strepsipteren und die Käfergattung *Atractocerus*.

Wurden die Hinterflügel so lang, daß sie über die Decken hinausgeragt hätten, so mußten sie quer gefaltet werden. Derartige Faltungen

zeigen die meisten Käfer (Fig. 2), und zwar z. T. eine einfache, z. T. eine doppelte Querfaltung (vgl. Stellwaag, 1914).

Eine dreifache Faltung zeigen die fächerförmigen Hinterflügel der Forficuliden, da unter den kurzen Decken sehr wenig Raum vorhanden ist. Zuerst wird der Flügel fächerartig zusammengelegt und zugleich der Spitzenteil gegen die Flügelwurzel umgeschlagen. Dann wird der soweit zusammengeklappte Flügel nochmals nach unten umgeschlagen und gleichzeitig der Spitzenteil der Länge nach gefaltet (Kolbe, 1893).

2. Flügelwurzel und Flugmuskeln.

Die Flügelbewegung erfolgt bei den Insekten in der Hauptsache durch zwei verschiedene Muskelbetätigungen: 1. die Muskeln heften sich an die Flügelwurzel an und bewegen die Flügel unmittelbar oder 2. die Flugmuskeln verändern die Form des Thorax und bewegen dadurch mittelbar die Flügel, indem dorsoventrale Muskeln die Wölbung der Rückenplatte der Brust abflachen, Längsmuskeln und schräge Muskeln sie erhöhen; dabei wird die Flügelbasis mitbewegt und der Flügel bei gesteigerter Wölbung gesenkt, bei verminderter Wölbung gehoben, so daß sich eine Drehbewegung um die äußeren Teile der Basalplatte ergibt, ähnlich wie wenn sich ein Ruder um die Dolle dreht (Fig. 3).



Fig. 2.
Flügelfaltung bei *Ergates faber* L.

Entsprechend der ursprünglichen Muskelanordnung bei den Insekten dürfte die unmittelbare Flügelbewegung stammesgeschichtlich älter sein, während sich die mittelbare Flügelbewegung, folgend dem richtenden Einfluß des Luftwiderstandes, besonders durch Ausgestaltung der Flügelwurzel daraus entwickelt hat (vgl. Voß, 1914).

Die Ausbildung der Flügelmuskulatur und der basalen Skeletteile des Flügels ist in den einzelnen Insektenordnungen recht verschieden.

Die Flugmuskulatur eines Käfers ist im Kapitel „Muskulatur und Endoskelett" dargestellt (S. 444—446).

Bei Lepidopteren, Dipteren und Hymenopteren fand von Lendenfeld (1881) nirgends weniger als sechs Muskeln für jeden Flügel ausgebildet.

Besondere Verhältnisse liegen bei den Insekten vor, die Vorder- und Hinterflügel direkt und nicht gleichzeitig bewegen.

Eingehend sind diese mechanisch höchst komplizierten Flugwerkzeuge untersucht bei den Libellen von R. von Lendenfeld (1881), dann bei verschiedenen Typen von Amans (1885), Ch. Janet (1899), bei den Gryllen von Fr. Voß (1905), bei den Bienen und Lamellicorniern von Fr. Stellwaag (1910 und 1914). Erwähnt seien noch die vergleichenden Untersuchungen von Voß (1913 und 1914).

Die mehr unmittelbare Flügelbewegung werde an dem Beispiel des Libellenfluges in Anlehnung an R. von Lendenfeld dargestellt, die mittelbare Flügelbewegung am Beispiel des Bienenfluges in Anlehnung an Stellwaags Darstellung (1910) behandelt.

a) Unmittelbare Flügelbewegung.

α) Die Flügelwurzel der Libellen.

Von dem Propleuron (Fig. 4/5 *a, b, c*) erscheinen die vordere und hintere Randleiste, die den Flugmuskeln parallel laufen, gewissermaßen als Strebepfeiler besonders stark chitinisiert. Vom hinteren oberen Rande des Propleuron geht der Processus propleurontis (*c*) nach oben ab, durch

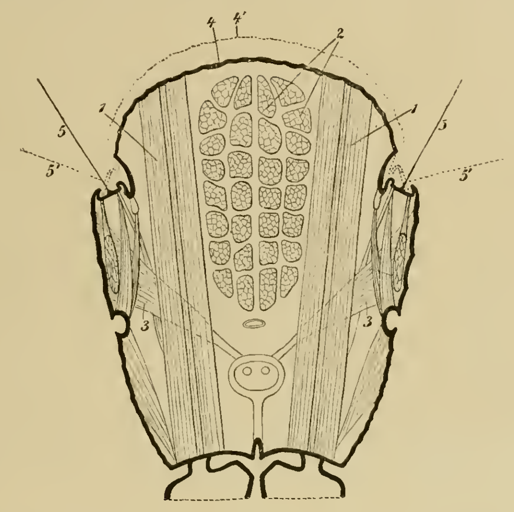


Fig. 3.

Schematischer Querschnitt durch das zweite Brustsegment einer Ameise zur Erläuterung der indirekten Flügelbewegung. (Nach R. Hesse, 1910.)

Die dorsoventralen Muskeln *1* flachen die dorsale Wölbung der Brust ab (*4*), die Längsmuskeln *2* erhöhen unter Beihilfe der schrägen Muskeln *3* die Wölbung *4'*. Dabei wird die Basalplatte, der der Flügel aufsitzt, mitbewegt, so daß bei abgeflachter Rückenwölbung (*4*) der Flügel erhoben (*5*), bei gesteigerter Wölbung der Flügel gesenkt wird. Die Steuerung erfolgt durch direkt wirkende Muskeln.

dessen Foramen (*d*) die Sehnen des Pronator radii primi alae primae und des Abductor alae primae (A_{I}, B_{I}) hindurchgehen. Auch am Mesopleuron (*e, f, g, i*) ist ein Processus (*g*) ausgebildet, durch dessen etwas flacheres Foramen (*h*) die Sehnen der entsprechenden Muskeln (A_{II}, B_{II}) hindurchgehen. Nach rückwärts gehen von den Processus pro- und mesopleurontis zwei Claviculae [alae primae (*n*) und alae secundae (*o*)] ab, die hinten gelenkig mit den Postclaviculae (z_{I}, z_{II}) verbunden sind. Das Metapleuron entbehrt eines Fortsatzes.

Von dem Rückenteile tragen Meso- und Metanotum (N_2, N_3) auf der Innenseite viele Chitinstückchen, die die Muskelkraft auf die Flügel über-

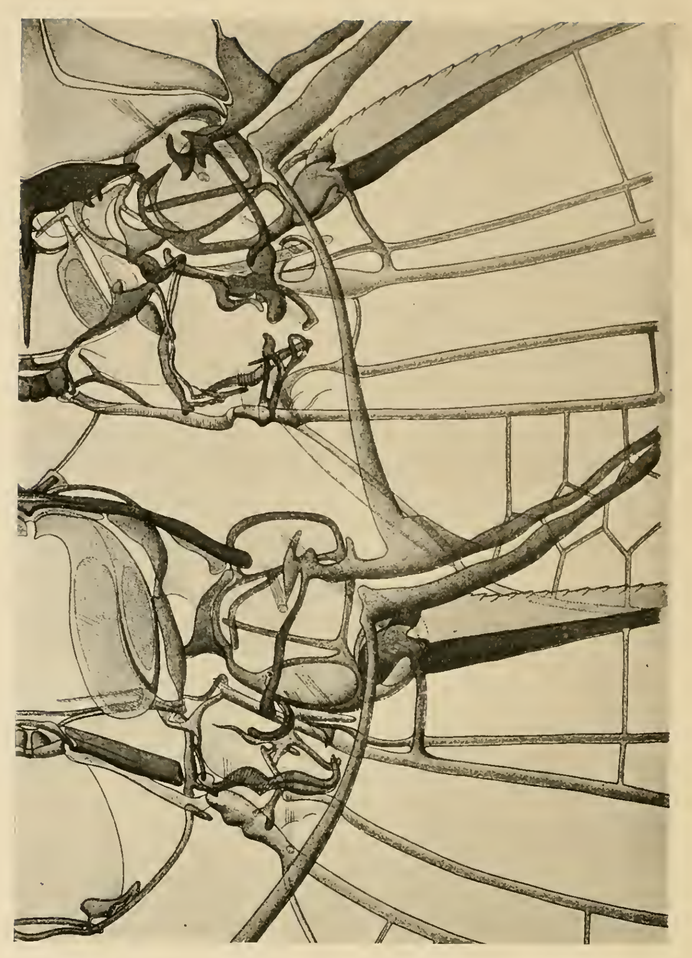


Fig. 4.

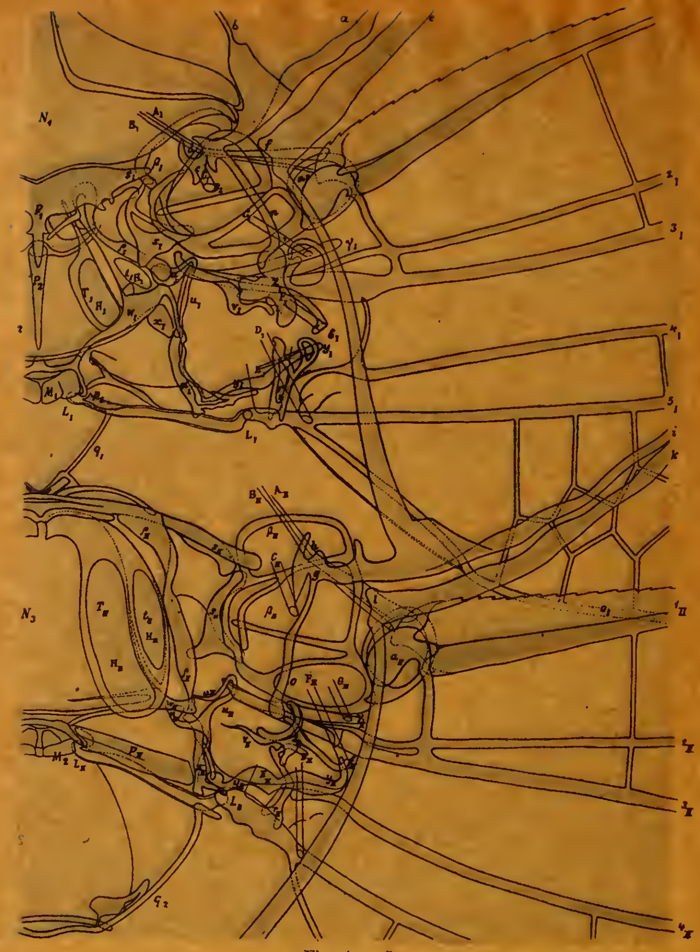


Fig. 4 u. 5.

Rückenskelett von *Libellula depressa* L., linke Seite von innen gesehen. Präparat durch Kochen in Kalilauge erhalten. (Nach R. von Lendenfeld. 1881.)

abc Propleuron; *bc* obere, *ac* hintere Randleiste des Propleuron; *c* Processus propleurontis; *d* Foramen processus propleurontis; *efgi* Mesopleuron; *ef* vordere, *fg* obere, *gi* hintere Randleiste des Mesopleuron; *g* Processus mesopleurontis; *h* Foramen processus mesopleurontis; *klm* Metapleuron; *kl* vordere, *lm* obere Randleiste des Metapleuron; 1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1, 6_1 Radius primus, secundus . . . sextus alae primae; 1_{II}, 2_{II}, 3_{II}, 4_{II}, 5_{II}, 6_{II} Radius primus, secundus . . . sextus alae secundae; α_1 Humerus alae primae; β_1 Scapula alae primae; α_{II}, β_{II} Humerus und Scapula alae secundae; *n* Clavicula alae primae, *o* Clavicula alae secundae; γ_1 Processus inferior radii tertii alae primae; δ_1 Processus superior radii tertii alae primae; S_1 Subscapularis alae primae; a_1 suprascapularia alae primae; u_1 Basilare radii tertii alae primae; r_1 Basilare radii quinti alae primae; y_1 Basilare radii quarti alae primae; ϱ_1 Interbasilare anticus alae primae; π_1 Interbasilare posticus alae primae; z_1 Postclavicula alae primae; v_1 Crista adductoris alae primae; L_1 Ligamentum alae primae; p_1 Subligamentum alae primae; N_1 Pronotum; N_2 Mesonotum; N_3 Metanotum; P_1 Processus anticus mesonoti; P_2 Processus posticus mesonoti; M_1 Condylus mesonoti; M_2 Condylus metanoti; q_1 Crista postica mesonoti; q_2 Crista postica metanoti; T_1 Lamina tensoris pars major alae primae; t_1 Lamina tensoris pars minor alae primae; w_1 Supralamina alae primae; x_1 Condylus supralaminae alae primae; A_1 Tendon abductoris alae primae; B_1 Tendon pronatoris radii primi alae primae; C_1 Tendon flexoris alae primae; D_1 Tendon flexoris radii quinti alae primae; E_1 Adductor radii quinti alae primae; F_1 Tendon supinatoris alae primae; G_1 Tendon pronatoris alae primae; H_1 Insertionsfläche des Tensor alae primae.

(Die Indices II bezeichnen die entsprechenden Gebilde des zweiten Flügels.)

tragen. In der Mitte des Vorderrandes des Mesonotum liegt die Subscapularis alae primae (S_I), ein sehr starker transversaler Stab, dessen laterales Ende unter der Scapula alae primae (β_I) liegt; diese stützt sich bei der Abwärtsbewegung des Flügels auf das Ende der Subscapularis, indem sie, als einarmiger Hebel wirkend, samt dem Flügel durch den Flexor alae primae (Fig. 6c) abwärts gezogen wird. (Die Processus anticus und posticus mesonoti (P_1 und P_2) dienen zur Befestigung eines die Muskelgruppen beider Seiten trennenden Ligamentes, das auch zur Darmaufhängung dient.) Am Vorderrand des Metanotum liegt der sehr lange Chitinstab der Subscapularis alae secundae (S_{II}), der funktionell mit der Subscapularis alae primae übereinstimmt, indem er den Druck der Scapula alae secundae aushalten muß. Da sich bei den Vorderflügeln der Muskeldruck auf die Scapula auf Pronotum und Subscapularis verteilt, bei den Hinterflügeln aber allein von der Subscapularis ausgehalten werden muß, ist hier das dem Druck ausgesetzte Ende dieses Skelettstückes viel stärker als das der vorderen Subscapularis.

Etwas hinter der Mitte der Rückenplatte des Mesonotum liegt in der Symmetralebene der große Condylus mesonoti (M_I), woran seitlich hinten-oben das Ligamentum alae primae (L_I) inseriert, während sich weiter unten das Subligamentum alae primae (p_I) daran anheftet. Als Stütze dient die Crista postica mesonoti (q_I). Ganz ähnliche, nur stärkere Teile leisten das Entsprechende für den Hinterflügel (L_{II}, p_{II}, q_{II}).

An zwei horizontalen Platten, der Lamina tensoris alae primae, pars major (T_I) und pars minor (t_I) liegt das obere Ende des Tensor alae primae. Die vorderen Enden dieser Skelettstücke sind mit verdickten Rollengelenkhöckern von elliptischem Querschnitt in die Masse der Subscapularis so eingeschoben, daß sie sich nicht daraus entfernen können. Beide Teile der Lamina alae primae wirken daher bei der Kontraktion des Tensor als einarmige Hebel. Ähnlich ist wieder die Einrichtung für die Hinterflügel, jedoch mit dem Unterschied, daß die Lamina (T_{II} und t_{II}) hier größer ist und ihr Gelenk mit der Subscapularis ein Scharniergelenk mit horizontaler Achse ist. Die Abwärtsbewegung der Lamina bei der Kontraktion des Tensor alae secundae überträgt sich dann auf die darüberliegende Supralamina.

Am Condylus mesonoti (M_1) entspringt, gelenkig daran verschiebbar, der elastische Stab der Supralamina alae primae (w_I), der in der Gleichgewichtslage fast horizontal liegt. In seiner Mitte ist er mit der Lamina alae primae verwachsen. Bei einer Abwärtsbewegung der Lamina infolge der Kontraktion des Tensor wird dann auch die Supralamina nach abwärts gezogen und überträgt diese Bewegung auf die drei an ihrem zentrifugalen Ende sich ansetzenden Chitinstücke des Interbasilare anticus, Interbasilare posticus und Basilare radii tertii alae primae (ρ_I, π_I, u_I). Zugleich wird der am Condylus angreifende elastische Stiel abwärts gebogen und gespannt. Nach Aufhören der Kontraktion des Tensor schnellt der Stiel wieder zurück und zieht auch die drei Basilarstücke nach sich. Bei dieser rhythmischen Bewegung wird auch das Subligamentum alae primae (p_I) mitbewegt und übt dabei eine gewisse Hemmung auf die Wirkung des Ligamentum alae primae (L_I) aus. — Ähnlich liegen die Verhältnisse wieder am Hinterflügel.

Das Interbasilare posticus alae primae (π_I) verläuft vom zentrifugalen Ende der Supralamina nach hinten und überträgt die Abwärtsbewegung der Lamina auf das innere Ende des fünften Strahles, so daß dieses bei der Kontraktion des Tensor abwärts, bei der Rückwirkung des

elastischen Stieles der Supralamina aufwärts bewegt wird. Bei starker Kontraktion des Ligamentum kommt der fünfte Strahl auf die knopfartige rückwärts gelegene Verdickung dieses Interbasilare zu liegen.

Zwischen Supralamina und Interbasilare posticus liegt ein winklig gebogener Chitinstab, das Basilare radii tertii (u_I und u_{II}), in dessen Winkel das innere Ende des dritten Strahles hin und her gleiten kann. Durch die Verbindung mit der Supralamina wird die durch den Tensor bewirkte Bewegung im entgegengesetzten Sinne auf den dritten Strahl übertragen, indem sich dieser als zweiarmiger Hebel wirkende Strahl um die — bei Vorder- und Hinterflügel verschiedenartig gestaltete — Postclavicula (z_I und z_{II}) dreht. Zur festen Verbindung dieses Basilare mit der Supralamina trägt wesentlich der Condylus supralaminae bei (x_I und x_{II}), ein mit der Supralamina durch eine Art Kugelgelenk festverbundener Chitinzapfen.

Zur Übertragung der Kraft des Tensor auf den vierten Strahl dient der zweiarmige Hebel des Basilare radii quarti (y_I und y_{II}), so daß bei Kontraktion des Tensor der vierte Strahl gehoben, bei der Wirkung des elastischen Stieles der Supralamina aber gesenkt wird.

Als Gelenk für den fünften Strahl dient die Gabel des Basilare radii quinti (r_I, r_{II}), in der sich dieser wie in einem Scharniergelenk bewegt. Zentripetal greifen Adductor radii quinti und Ligamentum an, zentrifugal der Flexor radii quinti. Dadurch wird der fünfte Strahl abwechselnd wie ein zweiarmiger und wie ein einarmiger Hebel bewegt, nämlich gehoben und gesenkt.

Auf den ersten Strahl wird die Bewegung des Tensor durch die Suprascapularis (s_I, s_{II}) und die Scapula (β_I, β_{II}) übertragen, indem die Suprascapularis sich auf die Scapula stützt und diese sich um den Fortsatz der Subscapularis dreht. Da die Angriffsstelle der Drehkraft näher der Mediane liegt als der als Unterstützungsstelle dienende Teil der Subscapularis, so wird bei einer Kontraktion des Tensor der zentrifugale Teil der Scapula und damit der erste Strahl gehoben. Die an die Scapula mehr zentrifugal herantretende Sehne des Flexor zieht dagegen die Scapula und damit den Humerus (a_I, a_{II}) und den ersten Strahl wie einen einarmigen Hebel abwärts Der Humerus und infolge seiner Verbindung mit dem ersten Strahl durch ein einachsiges Gelenk auch dieser Strahl selbst werden durch die Sehne des kleinen Pronator radii primi, die sich oben an den Humerus anheftet und nach unten und vorn zieht, von oben nach vorn gedreht.

Während der zweite Strahl keiner besonderen Bewegung fähig ist, wird dem dritten Strahl, der sich um den Berührungspunkt mit der Subclavicula in vertikaler Richtung, um den Humerus in horizontaler Richtung drehen kann, außerdem durch die Anheftung der Sehne des Supinator an seinem hinteren Vorsprung (δ_I) und des Pronator an seinem vorderen Vorsprung (γ_I) eine Drehung um seine eigene Längsachse aufgezwungen.

Der vierte Strahl hat wieder keine eigene Bewegung. Der fünfte jedoch kann um drei sich vertikal kreuzende Achsen gedreht werden: um eine vertikale, durch den Humerus gehende, um eine horizontale, senkrecht zum fünften Strahl liegende und durch das Basilare radii quinti gehende Achse und schließlich bei der Pronation und Supination des ganzen Flügels um seine eigene Längsachse. Der Adductor radii quinti bewegt diesen Strahl nach rückwärts, der Flexor radii quinti nach unten und vorn, das Ligamentum nach innen.

β) Die Flugmuskulatur der Libellen.

Dicht unter den Pleurae liegen sechs Muskeln, drei für den Vorderflügel, drei für die Hinterflügel. Sie entspringen an den unteren Randleisten der Pleurae und an den transversalen Chitinplatten, die von diesen Leisten nach innen ragen und die Muskulatur der Flügel von der der Beine trennen. Dies sind der Pronator radii primi (*b*), der Abductor (*a*) und der Flexor (*c*) jedes Flügels. Die Pronatoren und Abductoren stehen sehr schief, die Flexoren steiler; alle verlaufen von vorn-unten nach hinten-oben. Unter diesen Muskeln, also der Symmetrieebene genähert, liegen die Flexores radii quinti parallel den Abductoren und die Adductores radii quinti. Dies sind kleine von vorn nach hinten verlaufende, dem Rücken dicht anliegende Muskeln. Noch weiter nach der Medianebene zu liegen die Pronatoren und Supinatoren und die Tensoren der beiden Flügel; diese Muskeln verlaufen von der Bauchseite schräg nach hinten und oben, die Pronatoren und Flexoren steiler, die Supinatoren mehr horizontal.

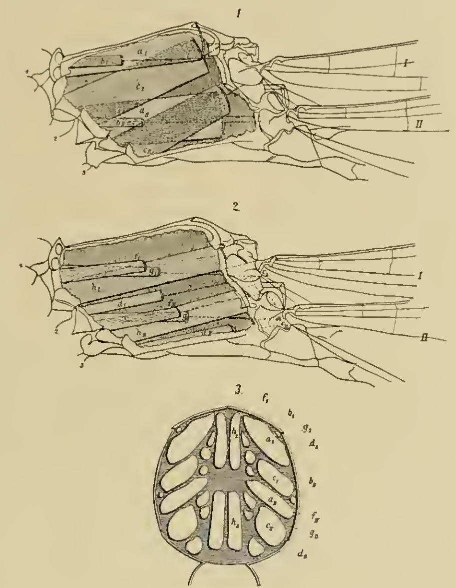


Fig. 6.
Die Flügelmuskeln von *Agrion puella*. (Nach R. von Lendenfeld. 1881.)

1. Linke Seite des Thorax nach Abtragung der Pleurae. Die oberflächlich gelegenen Muskeln.
2. Linke Seite des Thorax nach Abtragung der Pleurae und der oberflächlich (Fig. 6, *1*) gelegenen Muskeln. Die innerlich gelegenen Muskeln.
3. Durchschnitt des Thorax. Schnittebene senkrecht auf die Richtung der Flexoren. Die Buchstaben in den drei Figuren sind gleichbedeutend:

I. Vorderflügel, *II.* Hinterflügel (auch als Index: z. B. a_{I} Abductor alae primae); *a* Abductor, *b* Pronator radii primi; *c* Flexor; *d* Flexor radii quinti; *e* Adductor radii quinti; *f* Pronator, *g* Supinator; *h* Tensor; *1, 2, 3* erstes, zweites, drittes Beinpaar.

Der Abductor (a_{I}) des ersten Flügels zieht dessen ersten Strahl und damit den Flügel selbst horizontal nach vorn.

Der Pronator radii primi alae primae (b_{I}) dreht den ersten Strahl von oben nach vorn.

Der Flexor (c_{I}), der stärkste von allen Flügelmuskeln, der sich mit einer kurzen Sehne unten im Mittelfeld der Scapula anheftet, zieht die am Innenrand eingelenkte Scapula des Vorderflügels soweit nach unten, bis ihr äußerer Rand die obere Randleiste des Mesopleuron berührt.

Der Flexor radii quinti alae primae (d_I) zieht den fünften Strahl nach unten und vorn.

Der Adductor radii quinti alae primae (e_I) ist ein kleiner kurzer Muskel, der sich an der Basis des fünften Strahles anheftet und diese nach vorn zieht, wodurch der in diesem Falle als zweiarmiger Hebel wirkende fünfte Strahl nach hinten bewegt wird.

Der Pronator alae primae (f_I) inseriert an der Unterseite des Processus superior radii tertii in der Nähe seines Endes und dreht den ersten Flügel von oben nach vorn.

Der Supinator alae primae (g_I) endigt bereits in halber Höhe des Thoraxraumes und schickt eine Sehne an die Unterseite der Verdickung am Ende des Processus inferior radii tertii. Er dreht den ersten Flügel von oben nach hinten.

Der Tensor alae primae (h_I) ist ein großer, steiler, am oberen Ende gespaltener Muskel, der sich ohne Sehne an die Flügelbasis anheftet und diese abwärts zieht, wodurch der Flügel als langer Hebelarm eines zweiarmigen Hebels gehoben wird.

Diese Muskeln — abgesehen von dem Pronator radii primi, der bei einigen Libelluliden nicht aufgefunden werden konnte — fand v. Lendenfeld bei allen Libelluliden, die er untersuchte.

Wie im Bau des Skeletts, so zeigen die Libellen auch im Bau der Flugmuskulatur für Vorder- und Hinterflügel weitgehende Übereinstimmung.

An der Rückbewegung der Vorder- und Hinterflügel ist außerdem je ein elastisches Band beteiligt (L_1 und L_2), das sich an die untere hintere Seite des zentripetalen Endes des fünften Strahles jedes Flügels anheftet und von dort nach vorn im Meso- und Metanotum verläuft, um sich an einem Chitinwulst anzuheften. Gespannt werden diese Bänder durch die Vorwärtsbewegung der Flügel infolge der Kontraktion der Abductoren; erschlaffen diese, so ziehen die Ligamenta die Flügel nach hinten.

γ) Die Wirkung der Flugmuskeln auf die Flügelwurzel und den Flügel.

Bei der Bewegung der Libellenflügel können zwei Phasen unterschieden werden, die Bewegung von hinten nach vorn und die von vorn nach hinten. Bei der Bewegung von hinten nach vorn bildet die Flügelendfläche mit der unter dem Tier liegend gedachten Horizontalebene einen nach vorn offenen Winkel, so daß also beide Male eine vertikal nach oben gerichtete Kraftkomponente auftritt. Nur in den Zwischenlagen tritt keine hebende Wirkung ein, so daß sich der Körperschwerpunkt senkt.

Da Vorder- und Hinterfügel genau gleichmäßig wirken, so kann die Beschreibung auf die Bewegung eines Flügels beschränkt werden.

In der Ruhelage, der sich der Flügel auch beim Rückschwingen während des Fluges wieder annähert, liegt der erste Strahl nach hinten und oben, der letzte nach hinten-unten und außen, so daß die Flügelebene eine windschiefe Fläche bildet. Die Längsfaltung ist dann sehr stark, so daß die einzelnen Flächenstreifen in dieser Lage die größten Winkel mit der Flügelebene einschließen. Die Flügelendfläche liegt fast horizontal.

Nun wirken Tensor, Pronator, Pronator radii primi und Abductor. Durch die Kontraktion des Tensor werden alle Strahlen nach oben bewegt, indem die Bewegung der Lamina nach abwärts auf Supralamina. Interbasilare anticus und posticus, Suprascapularis und auf die Basilar-

stücke gleichsinnig, von diesen aber im entgegengesetzten Sinne auf die Strahlen übertragen wird. Die Pronatores radii primi und radii tertii drehen ihre Strahlen und damit die Flügelendfläche von oben nach vorn und flachen den Flügel aus. Gleichzeitig zieht der Abductor den Flügel nach vorn. Hat der Flügel seine höchste Lage erreicht, so hört der Tensor auf zu wirken, und der Flexor zieht die Scapula abwärts; der Abductor und die beiden Pronatoren wirken weiter. Zuerst bewegt sich dabei der Flügel mehr nach vorn, dann mehr nach unten. Durch die Wirkung der beiden Pronatoren wird der Flügel soweit abgeflacht, daß er fast eben wird und senkrecht zur Fortbewegungsrichtung nur wenig gegen die Horizontale geneigt liegt. Dies ist etwa der Augenblick, wo der Flügel fast senkrecht zur Körperlängsachse steht. Bei der weiteren Bewegung nach vorn unten unter der Wirkung des Flexor, Abductor und der Pronatoren kontrahiert sich dann auch der Abductor radii quinti und zieht den fünften Strahl nach hinten, so daß der Flügel dann in dem der Ausgangslage entgegengesetzten Sinne windschief erscheint. Ist die tiefste Stellung erreicht, so hört der Flexor auf zu wirken, und der Tensor hebt wieder den Flügel. Die Pronatoren und der Abductor radii quinti hören ebenfalls auf zu wirken; dadurch schnellt der Flügel wieder in die windschiefe Ausgangslage zurück, jedoch geschieht dies erst während der Rückwärtsbewegung selbst. Sobald die vorderste Lage erreicht ist, hört auch der Abductor zu wirken auf, und Ligamentum und Tensor ziehen den Flügel nach oben und hinten. Ist die höchste Lage erreicht, so wirkt wieder der Tensor nicht mehr, Ligamentum und Flexor ziehen dann den Flügel nach hinten und wenig nach unten. Der Luftwiderstand und die Kontraktion des Supinator bewirken, daß der Flügel jetzt am meisten hinter dem ersten Strahl zurückbleibt, der Flügel also sehr stark verdreht erscheint. In der tiefsten Lage hören Flexor und Supinator auf zu wirken, während das Ligamentum sich zunächst noch weiter zusammenzieht. Tensor und Pronator ziehen den Flügel dann wieder in die der Ausgangsstellung am meisten angenäherte Lage zurück, und das Spiel der Muskeln beginnt von neuem.

b) Die mittelbare Flügelbewegung.

α) Die Gliederung des Thorax.

Das thorakale Hautskelett der Biene besteht aus Pro-, Meso- und Metathorax und dem ersten Abdominalring als Mittelpunkt. Wie stets setzt sich jedes Segment aus dem Tergit oder Rückenhalbring und dem Sternit oder Bauchhalbring zusammen. Das Sternit ist größer als das Tergit und umfaßt dieses daher von unten her. Die beide Teile verbindende Lateralmembran ist infolgedessen taschenartig in das Sternit eingesenkt. Wird nun durch die vertikalen Muskeln das Tergit dem Sternit genähert, so muß der mit seiner Wurzel in die Lateraltasche eingesenkte Flügel in die Höhe schnellen.

Außer dem Heben und Senken führen die Flügel jedoch auch Drehbewegungen aus, die nicht eine bloße Folge des Luftwiderstandes sind, wie Marey vermutete. Die Bienenflügel können nämlich in jeder Lage allein durch Druck auf den Thorax fixiert werden, und zwar sind diese Lagen nicht einander parallel. So ist die Serie der Aufnahmen der Fig. 7 zustandegekommen. Diese sagen: Beim Heben und Senken geht die Vorderkante dem Flügel voran. So wird beim Heben der Luftwiderstand vermindert, beim Senken dagegen infolge der Schrägstellung der

Flügel von vorn-unten nach hinten-oben der Luftdruck zur Erzielung von Hub und Vortrieb ausgenutzt. Beim Heben dreht sich beim Vorder- wie beim Hinterflügel die Gegend der Hinterrandader nicht mit, so daß beide Flügel jeder Seite bei der extremen Hochstellung einem schwach gefalteten Fächer vergleichbar sind. Man übersieht dann von vorn die ganze Flügelunterseite; ist der Flügel jedoch gesenkt, so überblickt man von vorn die ganze Oberseite.

Diese Bewegungen werden durch den Bau von Meso- und Metathorax und die Wirkung des Flügelgelenkes infolge der alleinigen Wirkung der Vertikal- und Longitudinalmuskeln ermöglicht.



Fig. 7.
7 Flugphasen der Biene, von vorn und von der Seite gesehen.
(F. Stellwaag, 1913.)

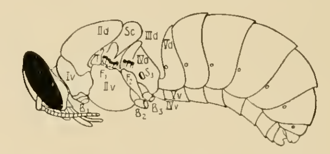


Fig. 8.
Gliederung des Hautskelettes einer Drohne. Vergr. 5 : 1.
(F. Stellwaag, 1910.)
B_{1-3} Beine, *d* Rückenschuppen, *v* Bauchschuppen, F_{1-2} Flügel, S_{1-3} Stigmen, *I—V* Segmente, *T* Tegula.

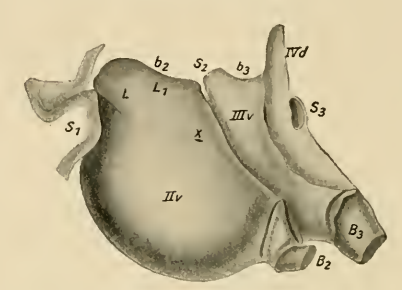


Fig. 9.
Linke Seitenansicht des Meso- und Metasternums.
Vergr. 12 : 1. (F. Stellwaag, 1910.)
b_2 Mesosternalbuckel, b_3 Metasternalbuckel. Sonst wie in Fig. 8.

Das ist nur dadurch möglich, daß der Thorax keine starre Kapseldarstellt, sondern daß in der Lateralregion gegenseitige Verschiebungen der einzelnen Teile möglich sind.

Das Mesosternum (Fig. 8, 9 *IIv*), das sich zur Aufnahme der Flugmuskeln an der Ventralseite weit ausbaucht, verschmälert sich in der Nähe der Flügelwurzel und bildet dort den Sternalbuckel, dessen Kante gegen das Metasternum zu allmählich abfällt. Da sich diese Kante gegen die Lateralfalte sanft umbiegt, wird dadurch für die darauf ruhende Flügelwurzel ein Gelenk-

höcker geschaffen (Fig. 9, b_2). Ebenso bildet das Metasternum (Fig. 9, b_3) einen Gelenkbuckel für den Hinterflügel. Diese beiden Sternite sind untereinander wie durch Strebepfeiler im Innenraum zu einer festen Mulde verbunden.

Von den zugehörigen Rückenteilen (Fig. 10) fällt besonders das in das Scutum (*IId*) und Scutellum (*Sc*) zerfallende Mesonotum auf. Der der Flügelwurzel benachbarte Rand des Scutum umgreift durch zwei Scutalhaken als Enden eines ovalen Ausschnittes (Fig. 10, St) die Flügelwurzel. Schräg nach vorn-oben davon liegt die die Flügelwurzel schützend überdeckende Tegula (*T* in Fig. 10). Scutum und Scutellum sind zwar dorsal starr, lateral aber nur durch eine weiche Haut verbunden, so daß sich das Scutum an dieser Stelle nach unten und hinten über die benachbarten Teile des Scutellum schieben kann. Doch ist dieser Bewegung durch den Sperrhaken (*F*) des Scutellum eine Grenze gesetzt. Den Scutalhaken am Mesonotum entspricht am Metanotum ein angelhakenartiger Fortsatz (Fig. 10 *Sh*), dem Fortsatz F_1 des Mesonotums der Fort-

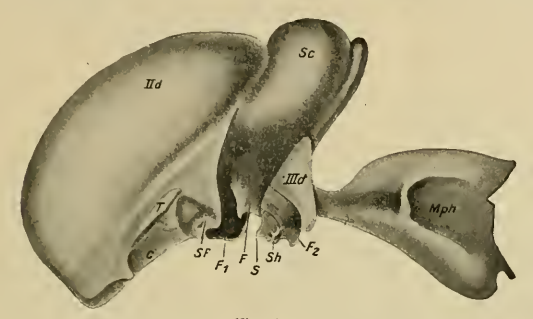


Fig. 10.

Linke Seitenansicht des Meso- und Metanotums. Vergr. 12: 1.
(F. Stellwaag, 1910.)

IId Scutum, *Sc* Scutellum, *Sf* Scutalhöcker, F_1 Scutellarfortsatz, *F* Sperrhöcker des Scutellums, *S* vorderer Fortsatz des Metanotums, *Sh* Haken des Metanotums, F_2 hinterer Fortsatz des Metanotums, *Mph* Mesophragma.

satz F_2 des Metanotums, der sich etwas unter den Fortsatz *S* des Metanotums schieben kann, wenn sich beim Nachgeben der verbindenden Membran die hinteren Teile der vorderen annähern. Unter der oberen Wölbung der vierten Rückenschuppe liegt eine Mesophragma genannte Chitinleiste (*Mph* in Fig. 10, die den Längsmuskeln als Ansatzstelle dient, bei ihrer Kontraktion sich nach vorn verschiebt und dabei das Metanotum und Scutellum schräg nach vorn und oben gegen das Scutum bewegt.

c) Das Flügelgelenk.

Die Flügeladern setzen sich in das Flügelgelenk fort und bilden dessen Hauptteile, was besonders leicht an dem einfacher gebauten Hinterflügel erkannt werden kann (Fig. 11). Vorder- und Hinterflügel zerfallen in je zwei sich beim Flug verschieden verhaltende Teile, den größeren vorderen kostalen Teil, der von der Costa (*C*) und Subcosta (*Sb*) aus bewegt wird, und den kleineren hinteren analen Teil, der von der

Analader (*A*) aus bewegt wird. Beide Teile sind durch eine dünne Stelle (*Mf*) getrennt, die sich auf die Flügelwurzel fortsetzt.

Die Flügelwurzel ist ein stark chitinisierter Teil an der Lateralmembran und besteht für jeden Flügel aus zwei Hauptbestandteilen, dem des Costalfeldes und dem des Analfeldes. Die Costa setzt sich auf

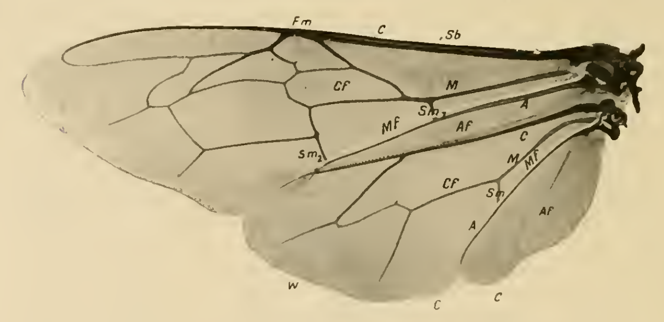


Fig. 11.
Linker Vorder- und Hinterflügel. Vergr. 7 : 1. (F. Stellwaag, 1910.)
C Costa, *Sc* Subcosta, *Fm* Flügelmal, *Cf* Costalfeld, *M* Media, Sm_{1-2} Submedialadern, *Mf* Membranfalte. *A* Analader, *Af* Analfeld.

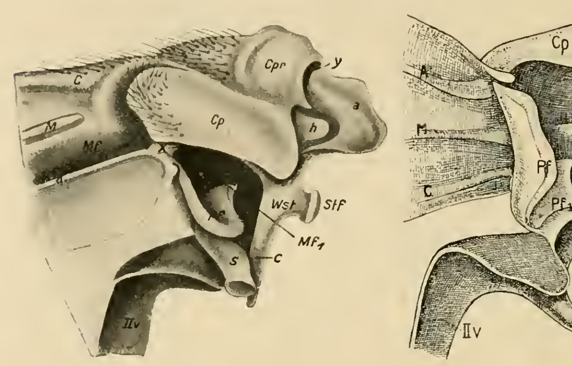


Fig. 12.
Linker Vorderflügel bei extremer Hochstellung von hinten gesehen. Vergr. 43 : 1. (F. Stellwaag, 1910.)
Cp Costalplatte, *Cpr* Praecostalplatte, *a* oberer Schenkel des Wurzelstiftes *Wst*, *h* Chitinhaken, *Stf* Stielfortsatz, *c* Stiel des Wurzelstifts, *Pf* Pfeiler der Analader, sonst wie oben.

Fig. 13.
Linker Vorderflügel bei extremer Tiefstellung von hinten gesehen. Vergr. 43 : 1. (F. Stellwaag, 1910.)
Pf_1 Basalplatte des Analpfeilers, sonst wie oben.

der Wurzel in der Costalplatte fort (Fig. 12, *Cp*), der die Praecostalplatte (*Cpr*) vorgelagert ist. In deren Gelenkpfanne (*y*) liegt als Gelenkkopf das Ende des einen Schenkels (*a*) des Wurzelstiftes (*wst*), dessen anderer Schenkel (*b* in Fig. 13) einen Chitinhaken (*h*) von hinten und unten umfaßt. Beide Schenkel sitzen auf einem Stiel *c*, an dem auf der

Gegenseite zu den beiden Schenkeln der Wurzelstielfortsatz (*Stf*) sitzt. Die einzige gelenkige Verbindung der einzelnen Teile ist die Stelle, wo der eine Schenkel des Wurzelstiftes in der Pfanne der Praecostalplatte ruht. Der andere bildet eine starre Leiste. Die Analader setzt sich in der Flügelwurzel in Gestalt eines Flügelstückes fort, das für jede Lage der Analader zu ihr senkrecht steht, des Analpfeilers (Fig. 12, 13 *Pf*).

Beim Hinterflügel sind entsprechend seiner geringeren Bedeutung für den Flug diese Gelenkstücke weniger scharf modelliert.

Die Verbindung dieser Teile des Gelenkes mit Meso- und Metathorax geschieht während der Nymphenzeit dadurch, daß sich die Flügelwurzel in die sich bildende Lateraltasche schräg nach hinten und unten einsenkt. Dadurch wird der Wurzelstift unter den lateralen Rand des Scutum geschoben, und die beiden Scutalhaken umfassen ihn oberhalb seines Stielfortsatzes (Fig. 14, *IId*), während sich sein Ende mit der Spitze des Scutellarfortsatzes (F_1) verbindet. Der Analpfeiler stützt sich und damit die anale Flügelpartie auf die Sternalkante und verhindert so, daß dieser Flügelteil in die Einsenkung hinten am Sternalbuckel hineingerät und sich nach hinten neigt.

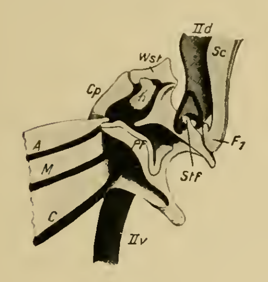


Fig. 14.
Verbindung des Wurzelstifts mit Scutum und Scutellum am Vorderflügel, schematisiert. Vergr. 21 : 1. Bezeichnungen wie oben. (F. Stellwaag, 1910.)

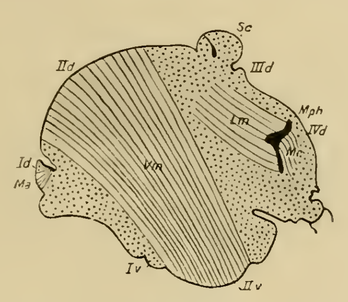


Fig. 15.
Indirekter Vertikalmuskel im Tangentialschnitt. Vergr. 12 : 1. (F. Stellwaag, 1910.)
Vm Vertikalmuskel, *Lm* Longitudinalmuskel.

Die eigentlichen Flugbewegungen geschehen durch die indirekten Flügelmuskeln, von denen die Vertikalmuskeln (Fig. 15, *Vm*) den Hub und die Drehung zugleich bewirken und zwar infolge des Baues der Flügelbasis. Wenn sich nämlich die Vertikalmuskeln kontrahieren, wird das Scutum nach hinten-unten gezogen. Der Druck überträgt sich auf den Wurzelstift, richtet ihn etwas auf und verschiebt ihn nach unten und hinten. Der Flügel wird infolgedessen um die Sternalkante als Drehpunkt gedreht und gehoben. Der obere Schenkel des Wurzelstiftes (*a*) zieht jedoch die Praecostalplatte und damit auch die Costalader nach hinten. Die Gesamtwirkung ist also ein Heben des Flügels nach hinten und oben. Da das Analfeld mit dem Scutum und dem Wurzelstift nicht in näherer Beziehung steht, nimmt es nur gezwungen an der Bewegung teil, so daß sich der Flügel dreht und in der membranösen Zone faltet.

Hört die Kontraktion der Vertikalmuskeln auf, so geht das Scutum wieder in die Höhe. Nun kontrahieren sich die Longitudinalmuskeln

(*Lm* in Fig. 16 und 17), ziehen das Mesophragma, wo sie angeheftet sind, nach vorn und schieben, da das Mesophragma mit dem Scutellum fest verwachsen ist, dieses samt dem daran befestigten Scutellarfortsatz (F_1 in Fig. 14) nach vorn und oben. Dadurch wird mittels des unteren Schenkels (*b*) des Wurzelstiftes der unter der Costalplatte liegende Haken (*h*) und damit die anale Partie der Costalplatte gehoben. So kommt es, daß sich die gehöhlte Flügelbasis über den Sternalbuckel nach außen rollt und der Flügel sich nach vorn und unten neigt. Dabei bleibt das Analfeld wieder hinter dem Costalfelde zurück, der Flügel nimmt also eine solche Stellung ein, daß man von vorn seine ganze Oberseite übersieht. Da das Mesophragma auch am vorderen Ende des Metathorax inseriert, so genügt für das Senken und Drehen der Flügel die Kontraktion des einen Längsmuskelpaares, während für das Heben und Drehen der Flügel- und Hinterflügel gesonderte Vertikalmuskeln ausgebildet sind.

Die direkten Flügelmuskeln der Biene scheinen lediglich dazu da zu sein, die Flügel in die Flugstellung oder in die Ruhelage zu bringen oder die Flügelstellung beim Flug zum Zweck der Änderung der Flugrichtung zu beeinflussen.

An die Wurzel des Vorderflügels greifen 5 Muskeln an (Fig. 18, Mv_{1-5}), von denen der eine vorn angreifende (Mv_1) den Flügel in die Fluglage bringen dürfte, während drei andere hinten angreifende (Mv_{2-4}) ihn zurückziehen. Die Funktion des fünften (Mv_5) sieht Stell-

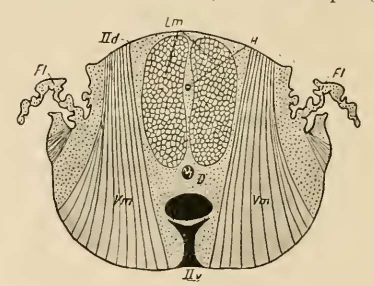


Fig. 16.
Querschnitt durch den Mesothorax. Vergr. 12 : 1. (F. Stellwaag, 1910.)
D Darm, *H* Herz, *Fl* Flügel, sonst wie oben.

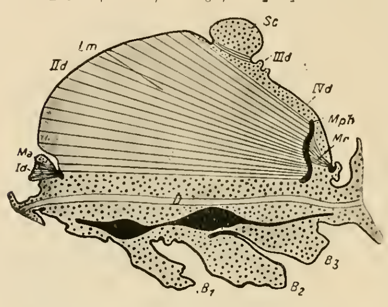


Fig. 17.
Medianer Längsschnitt durch den Thorax. Vergr. 12 : 1. (F. Stellwaag, 1910.)

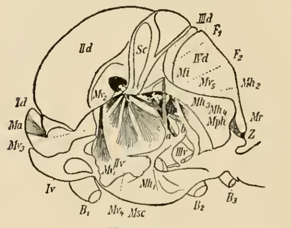


Fig. 18.
Direkte und kleinere indirekte Flugmuskeln. Innenansicht der rechten Thoraxhälfte. Vergr. 12 : 1. (F. Stellwaag, 1910.)
a vordere, *b* hintere Spange des sternalen Stützgerüstes, B_{1-3} Beine, *d* Rückenschuppen, Mv_{1-5} Vorderflügelmuskeln, *Ma* Retractor des Scutums, Mh_{1-4} Hinterflügelmuskeln, *Mr* Retractor des Mesophragmas, *Msc* Retractor des Scutellums, *v* Bauchschuppen.

waag darin, den Analpfeiler in senkrechter Lage zu halten, so daß die Flügel auch in der Ruhe horizontal bleiben.

3. Die Abhängigkeit der Thoraxsegmente von der Entwicklung der Flügel.

Entsprechend der Entwicklung der Flügel und der Flugmuskulatur sind auch die Körperteile, die die Muskeln bergen und die Flügelansätze enthalten, bei den Vertretern der verschiedenen Fliegertypen sehr verschieden entwickelt. Wenn beide Flügelpaare fast gleich entwickelt sind, wie bei den Libellen, Perliden, Neuropteren und Termiten, so sind auch Meso- und Metathorax gleich stark ausgebildet (Fig. 19, *A*). Bei den Fliegen trägt der Mesothorax allein Flügel, während am Metathorax nur die Halteren stehen. Daher übertrifft hier der zweite Brustring den dritten bei weitem (*B*). Ähnliche Verhältnisse finden sich bei den Hymenopteren und Lepidopteren, bei denen das erste Flügelpaar stärker entwickelt ist als das zweite. Bei den Käfern dagegen, bei denen der Mesothorax nur die Elytren trägt, ist der die Flügel tragende Metathorax bei weitem das größte Brustsegment (*C*).

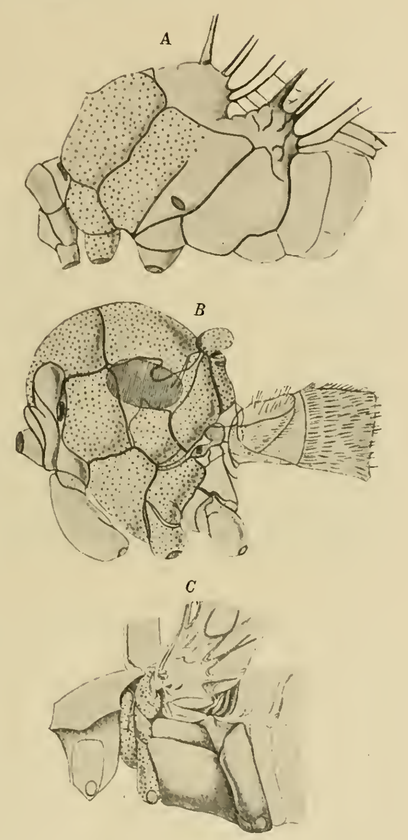


Fig. 19.

Größenverhältnis der drei Brustringe bei einer Libelle (*Aeschna*) (*A*), einer Diptere (*Sicus*) (*B*) und einem Käfer (*Melolontha*) (*C*). (Nach Hesse, 1910.)

Die Mittelbrust ist punktiert, Vorder- und Hinterbrust sind einfach getönt; die Basis des Hinterleibes ist schwach getönt. Die Ansätze der Beine sind schräg schraffiert, in *B* ebenso die Ansätze der Flügel und Schwingkölbchen.

Diese Abhängigkeit der Größe der Thorakalsegmente von der Flugfähigkeit zeigt sich auch bei den Insekten, deren Weibchen keine Flügel tragen, bei Ameisenarbeiterinnen und einigen Spinner- und Spannergattungen unter den Schmetterlingen. Hier ist der Thorax im Vergleich zum männlichen Geschlecht weit weniger entwickelt.

II. Die Verrichtungen der Flugorgane.

1. Flugarten.

Pütter (1912) unterscheidet unter den dynamisch fliegenden Tieren nach der Art, wie die Flügel benutzt werden, folgende Typen:

die Schwingenflieger, die die Flügel hauptsächlich auf- und ab bewegen, und zwar
 die Ruderflieger (hierzu wohl z. B. Bombyciden),
 die Schwirrflieger (Schwärmer),
die Schraubenflieger, deren Flügelbewegung als Teil einer Schraubenbewegung angesehen werden kann (Bienen, Wespen),
die Drachenflieger, deren Vorderflügel als Segelflächen und deren Hinterflügel als Treiblinge (Propeller) benutzt werden (Heuschrecken, Gryllen, Käfer).

Obwohl hervorgehoben wird, daß zwischen diesen einzelnen Typen vielfach Übergänge vorkommen, werden wir dieser Einteilung nicht folgen können, da Flügelneigungen bei allen Insekten vorkommen und daher alle als Schraubenflieger bezeichnet werden könnten und da ohnehin die Ähnlichkeit der Bewegung selbst der Aculeaten-Flügel mit einer Luftschraubenbewegung so gering ist, daß man diese mißdeutliche, analogische Bezeichnung gewiß besser fallen läßt. Weiter ist nicht nachgewiesen, daß die Flügeldecken der Orthopteren und Coleopteren nach Art von Drachenfliegerflächen wirken. Das kann allein aus der Spreizung und der ruhigen Haltung während des Fluges nicht gefolgert werden, da diese Tiere ohne Entfernung der Flügeldecken aus der Ruhelage die Hinterflügel nicht benutzen könnten und die Decken für eine Ruderbewegung nicht geeignet erscheinen.

Der am häufigsten geübte Flug ist bei den Insekten zweifellos der Ruderflug, bei dem die Flügel außer der vertikalen noch eine vorwärtstreibende Kraftkomponente entwickeln.

Die Fähigkeit, am Orte zu fliegen, ist verhältnismäßig wenigen Insekten eigen. Solche Schwirrflieger sind unter den Dipteren *Syrphus*, *Stratiomys*, *Tabanus*, *Anthrax*, *Homalomyia*. Die meisten Sphingiden und einige Bombyciden, z. B. *Cossus cossus* L., und Noctuiden (Plusien) halten sich beim Saugen der Blütensäfte oder künstlichen Köders durch Flügelschläge auf der Stelle, während sie sonst nur den Ruderflug ausüben. Nach v. Osten-Sacken (1884) besitzen die Insekten, die in der Luft stehen können, auch Flügeladern, die dem Hinterrande parallel laufen, wodurch ein Ausgleich gegenüber den Vorderrandadern geschaffen sein soll. — Dies trifft indes für die erwähnten Lepidopteren nicht zu.

Gleitflieger finden wir unter den Tagfaltern, die eine große Flügelfläche haben; besonders Papilioniden können bei ruhigem Wetter oder mit dem Winde ziemlich weite Strecken ohne Flügelschlag zurücklegen (nach Kolbe [1893] „segeln").

Manche Insekten bedienen sich der Flügel auch zum Schwimmen (Kolbe 1893). So schwimmt mit ihrer Hilfe von Trichopteren die Subimago gewisser Mystaciden oft tagelang im Wasser (Hagen, Stett. Ent. Zeit. 1864, S. 137) und kleine, zur Familie der Mymariden gehörende Hymenopteren schwimmen nach Lubbock (Trans. Ent. Soc. London 1863) zuweilen mit Hilfe der Flügel unter Wasser, ohne sich dabei der Beine zu bedienen.

2. Bewegungsform der Flügel.

Die Flügelbewegung hat in der Hauptsache den doppelten Zweck zu erfüllen, die Erdanziehungskraft zu überwinden und das Tier vom Orte weg zu bewegen. Diese beiden Aufgaben könnten durch eine Flügelbewegung erfüllt werden: allein durch den Auf- und Niederschlag. Da nämlich der Flügel vor dem Druckmittelpunkt, vorwiegend durch die dicken Vorderrandadern befestigt ist und von hier seinen Bewegungsantrieb empfängt, so dreht er sich beim Niederschlag so, daß der nachgiebige hintere Teil hinter dem vorderen zurückbleibt, der Flügel also einen Druck von hinten und unten bekommt, der ihn nach vorn und oben treibt. Bei der Aufwärtsbewegung erhält der Flügel Druck von oben und wird daher vom Luftdruck so verdreht, daß die Vorderrandadern höher liegen als die Flügelfläche. Die Druckrichtung wirkt daher nach unten und vorn. Für den Hub kommt also nur die Differenz der Wirkung des kräftigeren Niederschlages und schwächeren Aufschlages in Frage.



Fig. 20.
Ansicht einer sonnenbestrahlten Wespe, deren Vorderflügelenden vergoldet sind. (Nach Marey, 1869.)

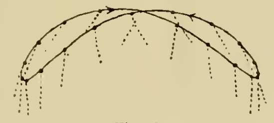


Fig. 21.
Bahnkurve eines Insektenflügels mit Angabe der Flügelneigung in verschiedenen Punkten der Bahn. (Nach L. Bull, 1910.)

Infolge der Neigung sucht der Flügel dem Luftdruck auszuweichen und zwar um so mehr, je stärker der Zug der Muskeln, je stärker also der Luftdruck auf den Flügel ist. Da der Luftdruck dann besonders groß ist, wenn der Flügel in seiner Bewegung beschleunigt wird, also im ersten Teile des Auf- und Niederschlages, so wird der Flügel zu Beginn des Aufschlages und zu Beginn des Niederschlages nach vorn ausweichen, während er beim Nachlassen der Druckkraft wieder in die Gleichgewichtslage zurückkehren wird. Unter der Wirkung der Muskelkraft und des Reaktionsdruckes der Luft beschreibt also der Insektenflügel beim Flug auf der Stelle die Form einer Acht (Marey 1869) (Fig. 20 und 21).

Daß der Luftdruck diese Verstellungen der Flügelebene und die Abweichungen von der Senkrechten bewirkt, wies L. Bull (1904) dadurch nach, daß er einen Pseudoneuropterenflügel im luftleeren Raume durch maschinellen Antrieb sich auf und ab bewegen ließ. Es zeigte sich dann

keine Abweichung von der Senkrechten. Je mehr man jedoch Luft in den Raum einströmen ließ, in dem sich der Flügel bewegte, desto mehr nahm die Bahnkurve der Spitze die von Marey angegebene 8- oder lemniskatenähnliche Form an.



Fig. 22.
Momentaufnahmen einer fliegenden *Calliphora vomitoria* L. im Sonnenschein. Expositionen 1 : 42000 Sekunden, Intervalle 1 : 2150 Sekunden. (Nach R. v. Lendenfeld, 1913.) Die Aufnahmen in beiden Reihen sind voneinander unabhängig.

Um die Stellung der Flügel an den einzelnen Punkten der Bahn aufzuzeigen, wurde eine Flügelnachbildung auf drei Viertel ihrer Länge verkürzt und die Schnittstelle mit kleinen Metallbelegungen, die voneinander durch kleine Zwischenräume getrennt waren, versehen. Dann setzte man den Flügel in Bewegung und ließ an verschiedenen Stellen der Bahn Induktionsfunken zwischen den Metallstreifen überspringen. Die Bahn dieser Lichtblitze fiel je nach der Stellung der Metallbelegungen zueinander, d. h. je nach der Flügelneigung, verschieden aus und zeichnete sich auf einer photographischen Platte auf. Die aufeinanderfolgenden Stellungen des Flügels (Fig. 21) verteilen sich so auf die einzelnen Bahnteile, daß der Insektenflügel nicht auf dem tiefsten Teile seiner abwärts gerichteten Bahn seine größte Schrägstellung einnimmt, sondern schon in der ersten Hälfte des abwärts gerichteten Bahnteiles, offenbar weil dort die Beschleunigung, also auch der Luftwiderstand am größten ist.

Der alleinige Grund der Flügelneigung in den verschiedenen Phasen ist allerdings der Luftdruck nicht; es wird nämlich auch, wie oben erörtert wurde, allein durch die Wirkung der Flügelbefestigung eine gleichsinnige Drehung hervorgerufen, die der Luftdruck im Fluge wohl noch verstärkt (vgl. Fig. 7).

Auch L. Bull kam (1910) zu der Ansicht, daß die Insekten die Flügel selbständig verstellen und daß der Luftwiderstand den Flügel nur in einigen Lagen merklich verdrehen kann. Zum Beweise dieser Ansicht schnitt er einer *Tipula* sieben Achtel der Flügel weg und ließ sie vor dem Photochronographen ihre Flugbewegungen ausführen. Es zeigte sich dabei, daß die Neigungen der Flügelachsen nicht aufhörten, wie man infolge des Aufhörens des Luftdruckes hätte erwarten können, sondern noch größer wurden.

Daraus muß man allerdings folgern, daß die Flügelneigung auch ohne die Wirkung des Luftdrucks eintritt, nicht aber, daß der Luftdruck dabei wirkungslos ist. Er wirkt mit physikalischer Notwendigkeit auf den Flügel drehend ein. In dem Versuche von Bull erfolgte die Vergrößerung der Verdrehung augenscheinlich infolge der Reizung durch das Abschneiden der Flügel und infolge des Fehlens der Hauptbelastung der Adern durch die Flügelfläche.

Über die einzelnen Phasen, die ein Insektenflügel beim Auf- und Niederschlag durchläuft, geben uns kinematographische Aufnahmen Aufschluß. Fig. 22 zeigt solche Aufnahmen einer Fliege, Fig. 23 von einer

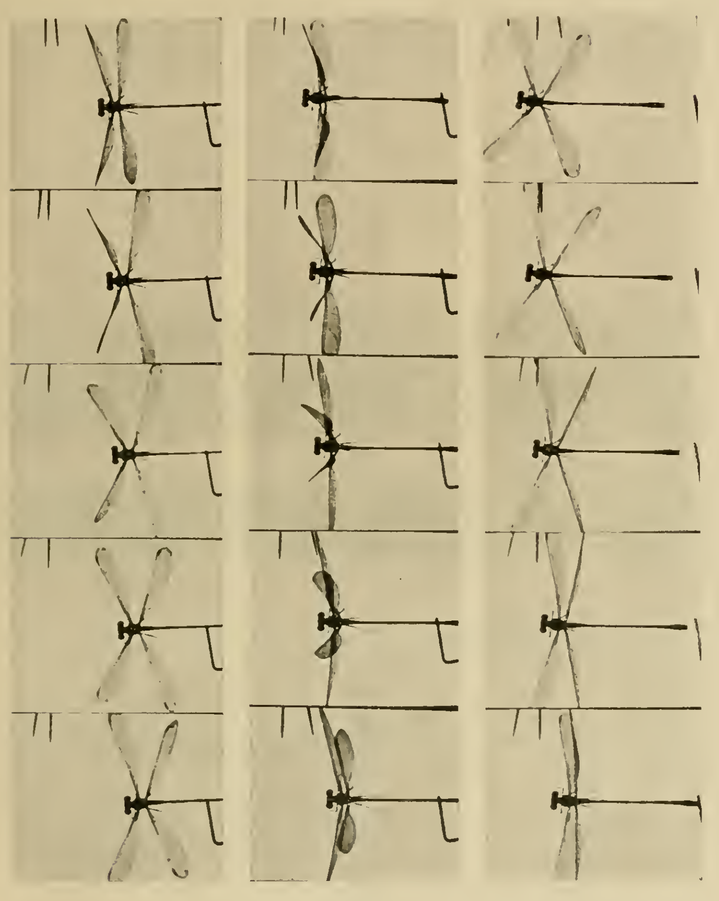


Fig. 23.
Die aufeinander folgenden Phasen eines Flügelschlages einer Libelle (*Agrion*).
(Nach L. Bull, 1910.)

Libelle. Besonders deutlich zeigen die Libellenaufnahmen die einzelnen Phasen der Flügelhaltung, die bereits oben erwähnt sind. Vorder- und Hinterflügel arbeiten hier völlig unabhängig voneinander und lösen sich

gewissermaßen gegenseitig ab, indem sie sich abwechselnd vorwärts und rücksärts bewegen.

Die Flügelbewegung der Libellen weicht von der der übrigen Insekten auch insofern ziemlich bedeutend ab, als sie die Flügel mehr horizontal bewegen, während die anderen Insekten mehr vertikale Schwingungen ausführen. Der Hub entsteht dabei fast ausschließlich bei der Vorwärtsbewegung, während die Rückwärtsbewegung das Tier vorwärts treibt. Obwohl diese Kraftwirkungen von Vorder- und Hinterflügel zu verschiedenen Zeiten ausgehen, macht sich ihr Wechsel doch beim Abflug des Tieres in einer kurvenartigen Bewegung des Körpers geltend, während beim schnellen Fluge die Hebungen und Senkungen sich ausgleichen.

Die Wirkung der Flügelbewegung auf den Insektenkörper ließ Axenfeld (1911) auf einen berußten Zylinder aufzeichnen (Fig. 24). Bei Insekten, die die Flügelpaare gleichzeitig bewegen, ergab sich eine einfache Wellenlinie. Wurden die Flügel nicht ganz gleichzeitig bewegt (z. B. bei *Colias*, Fig. 24, *1*), so zeigt die Kurve für Vorder- und Hinter-

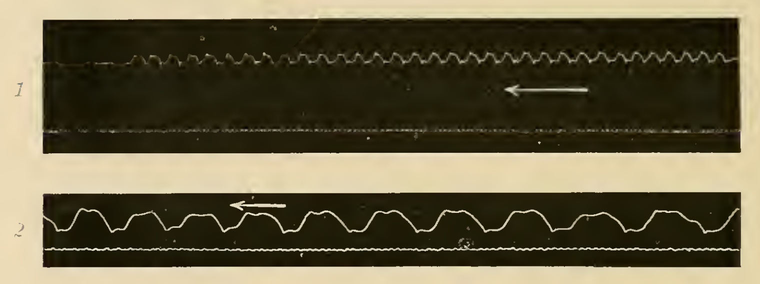


Fig. 24.
Aufzeichnung der Bewegung fliegender Insekten, *1.* von einer Libelle, *2.* eines Schmetterlings (*Colias edusa* L.). Die gleichmäßigen Wellenlinien rühren von einer schwingenden Feder her, die in einer Sekunde 100 Schwingungen machte. (Nach Axenfeld, 1911.)

flügel getrennte Gipfel, während bei den Libellen (Fig. 24, *2*), bei denen die Vorder- und Hinterflügel unabhängig voneinander bewegt werden, eine deutlich gezähnte Kurve aufgezeichnet wird, deren hohe Gipfel von dem Niederschlag der Vorderflügel und deren tiefere von dem der Hinterflügel herstammen.

Guten Einblick in die Vorgänge beim Insektenflug verschaffen uns schließlich die umfangreichen und eingehenden Versuche Reinhard Demolls (1918). Um die Luftbewegung am fliegenden Insekt zu untersuchen, wurden an einem Rahmen mit Querverbindungen, wie ihn eine Rechenmaschine zur Veranschaulichung von einfachsten Rechenaufgaben zeigte, feinste Fiederchen von Eulen aufgehängt und den Luftbewegungen in der Nähe eines fliegenden Insekts ausgesetzt. An der Stellung der Fiederchen konnten dann die schwächsten Luftströmungen abgelesen werden. Dabei ergab sich, daß der Hauptstrom von vorn und oben zufließt und mit geringem Anstieg nach hinten abgedrängt wird (Abb. 25).

Die Wirkung der Luftbewegung auf das fliegende Insekt läßt sich dahin zusammenfassen:

Das fliegende Insekt hängt gleichsam in der Luft, indem es im wesentlichen durch Verminderung des Luftdrucks von oben getragen wird;

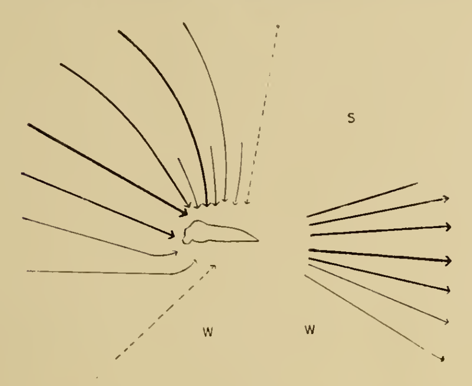


Fig. 25 a.

Fig. 25 a—c. Zufluß und Abfluß der Luft in der Nähe eines festgehaltenen, mit den Flügeln schlagenden Schwärmers. a in der Median-Sagittalebene, b in der Frontalebene, c in der Horizontalebene. (Nach Demoll, 1918.)

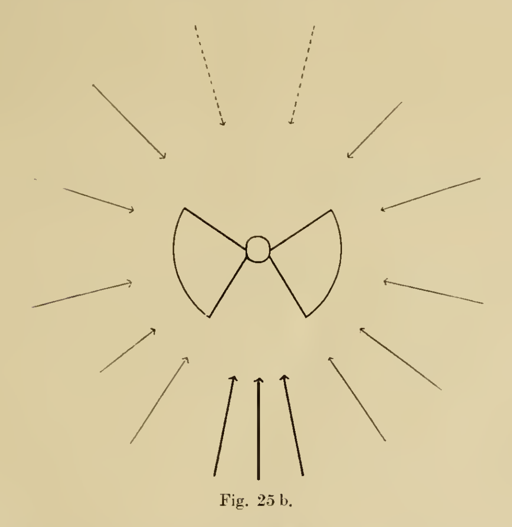


Fig. 25 b.

im Gegensatz zum fliegenden und besonders zum zappelnden Vogel, der sich erst durch Vorwärtsbewegung die Hubkraft schafft und daher gleichsam auf der Luft liegt.

Da beim Insekt die Vorwärtsbewegung auf Kosten der Hebewirkung geschieht, beim Vogel aber umgekehrt erst durch den Flug von Ort die Hebewirkung erzielt wird, so folgt, daß bei den Insekten das Fliegen an Ort, beim Vogel das Fliegen von Ort den geringeren Kraftaufwand erfordert. So erklärt sich, daß kein größerer Vogel ähnlich wie Schwärmer oder Schwebflieger an Ort in der Luft fliegen oder senkrecht auffliegen kann.

Besondere Verhältnisse liegen bei den Käfern vor. Die Elytren beteiligen sich nur mit geringer Schwingungsweite am Fluge und rufen anscheinend nur etwas Hub, aber keinen Vorwärtsschub hervor. Denn

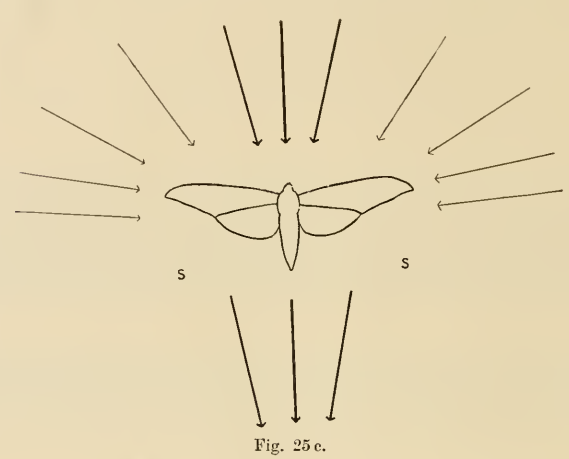


Fig. 25 c.

wenn man einem Maikäfer z. B. die Deckflügel abschneidet, so steigt seine Fluggeschwindigkeit (Demoll). Außerdem ist wahrscheinlich, daß sie als Höhensteuer wirken.

3. Steuerung.

Die Steuerung beim Tierfluge kann im wesentlichen durch drei verschiedene Mittel bewirkt werden, einmal durch Schwerpunktsverlegung, dann durch Hervorbringung einseitig hemmenden Luftwiderstandes, schließlich und zwar mit größtem Erfolg durch veränderte Flügelbewegung unter Mitwirkung der direkten Muskeln.

Von diesen Mitteln scheinen die Insekten, soweit genaue Beobachtungen vorliegen, nur die der Drucksteuerung, nicht das der Gewichtssteuerung anzuwenden.

Die Orthopteren können sehr schlecht steuern und fliegen fast nur geradeaus. Denn auch das einfachste Mittel, die Schwerpunktsverlegung durch Verdrehung des Hinterleibes, wäre wegen der breiten Verbindung von Thorax und Abdomen und der ziemlich großen Starrheit des Abdomens nicht recht anwendbar.

Hymenopteren und Lepidopteren sollen häufig mit dem Hinterleib durch Schwerpunktsverlegung steuern. Der Versuch, von dem

Die angegebenen Preise sind die im Juli 1922 gültigen; für das Ausland erhöhen sie sich durch den vorgeschriebenen Valuta-Zuschlag. Die Preise für gebundene Bücher sind unverbindlich.

Die forstlichen Lepidopteren. Systematische und biologische Übersicht sämtlicher schädlichen und der harmlosen Arten des deutschen Sprachgebietes unter Mitberücksichtigung wichtiger außerdeutscher paläarktischer Arten. Zum Gebrauch für Zoologen, Forstwirte und Studierende der Forstwirtschaft sowie für Freunde der Entomologie. Von Dr. **Max Wolff**, o. Prof. der Zoologie an der Forstlichen Hochschule in Eberswalde, und Dr. **Anton Krausse**, Assistent an der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens für Preußen bei der Forstlichen Hochschule in Eberswalde VIII, 337 S. gr. 8°. 1922.
Mk 100.—, geb. Mk 125.—

Inhalt: Einführung. — I. Allgemeines über Lepidopteren. System. Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Physiologie. Verzeichnis der Lepidopteren- und Parasiten-Autoren. Literatur. Die biologische Formel. — II. Die forstlichen Lepidopteren. 1. Systematisch-biologische Übersicht über sämtliche forstlichen Lepidopteren. 2. Biologien der wichtigsten forstlichen Lepidopteren mit Angabe ihrer Feinde. Anhang, enthaltend die bisher in der forstentomologischen Literatur nicht berücksichtigten Lepidopterenarten der paläarktischen Fauna, die auf Forstgehölzen und auf wichtigeren Waldkräutern usw. leben. 3. Lepidopterologisch-botanische Tabellen. — III. Botanischer Anhang. 1. Systematisches Verzeichnis der wichtigsten Forstgehölze, sowie einiger Waldkräuter. 2. Verzeichnis der botanischen Autoren. 3. Botanische Literatur über Forstgewächse. — Zoologischer Literatur-Anhang. Register.

In dem vorliegenden Werke ist die Ordnung der Lepidopteren in der Weise behandelt worden, daß in einem allgemeinen Teil zunächst das für den Gebrauch des Buches unumgänglich Notwendige über ihre Morphologie und Systematik mitgeteilt wird. Ein zweiter Abschnitt bringt eine Übersicht über sämtliche in Betracht kommenden Arten in systematischer Anordnung und unter Hervorhebung der wichtigsten biologischen Daten. In diesem Teil sind die Synonyme so weit berücksichtigt, als es im Interesse der Benutzung der forstentomologischen Literatur durch die Entomologen und umgekehrt der modernen entomologischen Literatur durch den Forstmann liegt. Der letzte Teil enthält unter dem Titel „Entomologisch-botanische Tabellen" eine Zusammenstellung, die, nach Wirtspflanzen geordnet, sämtliche phytophag auf den wichtigsten forstlichen Gehölzen lebenden Arten aufzählt, wobei mit kurzen Worten das befallene Organ oder seine charakteristische Veränderung angedeutet wird.

Nomenclator coleopterologicus. Eine etymologische Erklärung sämtlicher Gattungs- und Artnamen der Käfer, der deutschen Fauna sowie der angrenzenden Gebiete. Zweite Auflage. In Verbindung mit Prof. Dr. R. Schmidt herausgegeben von **Sigm. Schenkling.** IV, 255 S. gr. 8°. 1922.
Mk 95.—, geb. Mk 125.—

Die vorliegende Auflage dankt ihre Neubearbeitung einer vielfach an den Verfasser ergangenen Aufforderung, seinen im Jahre 1894 zu Frankfurt a. M. erschienenen und nun schon seit langem vergriffenen „Nomenclator coleopterologicus" neu herauszubringen. Gegen die erste Auflage ist der Umfang des behandelten Gebietes insofern erweitert, als über die Grenzen Deutschlands hinausgegangen wurde und alle Namen Aufnahme fanden, die in Reitters Fauna Germanica aufgeführt sind. Das vorliegende Werk bringt aber nicht nur die Übersetzung der Gattungs- und Artnamen, sondern gibt außer einem ausführlichen Kapitel über die entomologische Nomenklatur die Erklärung aller vorkommenden Fachausdrücke, sowie die Übersetzung einer Menge lateinischer Adjectiva, Adverbia, Zahlwörter und Bindewörter, so daß auch ein der alten Sprachen nicht Kundiger mit Benutzung des Buches lateinische Diagnosen und Beschreibungen übersetzen kann. Man findet ferner in dem Buche die Erklärung vieler geographischer Namen, die man, da sie naturgemäß nicht klassischen Ursprungs sind, auch in größeren altsprachlichen Wörterbüchern vergeblich sucht. Die neue Auflage wird in Entomologenkreisen begrüßt werden.

Grundlagen einer ökologischen Tiergeographie. Von Prof. Dr. **Friedrich Dahl.** Mit 11 Abbildungen im Text und 2 Karten. VIII, 106 S. gr. 8°. 1921.
Mk 44.—, geb. Mk 56.—

Inhalt: 1. Die Verteilung der Tierarten auf die Biologie und die Feststellung ihrer Häufigkeit. 2. Die ökologischen Faktoren. 3. Ausbreitungsmittel und Ausbreitungshindernisse. 4. Die vergleichende Biocönotik. 5. Die Verbreitung der Tierarten. 6. Entwicklungszentren und Ausbreitungsherde auf der Erde. 8. Eine tiergeographische Einteilung der Erdoberfläche. — Register.

In dem vorliegenden Buche wird zum ersten Male der Versuch gemacht, die moderne ökologische Betrachtungsweise, welche in der Pflanzengeographie bereits zur allgemeinen Aufnahme gelangt ist, auf zoologische Probleme anzuwenden. Der Verfasser hat schon in den neunziger Jahren an der Universität Kiel Tiergeographie von ökologischen Gesichtspunkten aus gelesen. Seine langjährigen Erfahrungen und ein umfangreiches Material, das er mit dem Fortschreiten der Ökologie sammeln konnte, sind in diesem Buche, das heute einem dringenden Bedürfnis entspricht, verarbeitet worden. Zoologen wird das Buch willkommen sein, bei Botanikern wird es Beachtung finden.